

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

П. Г. КУЛИКОВСКИЙ

СПРАВОЧНИК ЛЮБИТЕЛЯ АСТРОНОМИИ

ИЗДАНИЕ ЧЕТВЕРТОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1971

52
К 90
УДК 520

Куликовский Петр Григорьевич

Справочник любителя астрономии

М., 1971 г., 632 стр с илл

Редакторы *И. Е. Рахлин, Г. С. Куликов*

Техн редактор *В. Н. Кондакова*

Корректоры *Е. А. Белицкая, Т. А. Панькова*

Сдано в набор 15/IX 1970 г. Подписано к печати 29/III 1971 г. Бумага 60×90¹/₁₆ Физ.
печ л 39,5+18 вкладок. Условн печ л 45,25. Уч.-изд л 52,18. Тираж 28 000 экз.
Т-03999. Цена книги 2 р 37 к Заказ № 2576.

Издательство «Наука»

Главная редакция физико-математической литературы
Москва, В-71, Ленинский проспект, 15

Ордена Трудового Красного Знамени

Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова

Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР
Москва, М 54, Валовая 28

Отпечатано с матриц во 2-й типографии издательства «Наука» Москва, Шубинский пер., 10.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 9

Введение 11

Краткая хронология астрономии 19

Глава I. Общие сведения о Земле, Луне, Солнце, Солнечной системе и Вселенной

1. Земля 29

 Земная атмосфера (39) Приливы (45)

2. Луна 46

3. Пылевые спутники Земли 57

4. Солнце 58

5. Солнечная система 75

6. Планеты 78

 Меркурий (79) Венера (79) Марс (81) Малые планеты (84) Юпитер (88). Сатурн (91). Уран (93) Нептун (94) Плутон (95)

7. Кометы 96

8. Метеоры Метеориты. Зодиакальный свет 103

9. Происхождение планет. Происхождение комет 111

10. Звезды 114

 Созвездия (114) Звездные атласы (115). Блеск звезд (115) Цвета и температуры звезд (119). Спектры звезд (122). Расстояния и светимости звезд (127) Диаграмма «спектр — светимость» (130) Диаметры звезд (134). Движения звезд (136) Двойные и кратные звезды (138) Массы звезд (143). Плотности звезд (146) Напряжение силы тяжести на поверхности звезды (147). Магнитные поля звезд (147). Вращение звезд (148). Переменные звезды (149).

11. Млечный Путь 156

12. Звездные скопления 160

13. Звездные ассоциации 165

14. Галактические туманности 166

15. Подсистемы и составляющие Галактики 171

16. Галактика Ее форма, вращение 173

17. Галактики 175

18. Радиоастрономия 186

19. Происхождение и эволюция звезд 194

Глава II. Некоторые сведения по математике 200

1. Обозначения больших и малых чисел 200

2. Измерение углов 201

3. Элементы сферической тригонометрии 202

4. Конические сечения 205

5. Интерполирование и экстраполирование 206

6. Об ошибках наблюдений 210

7. О представлении распределения гауссовой кривой. Распределение Пуассона 212

8. Корреляция 215

9. Способ наименьших квадратов 215

Глава III. Краткие сведения из общей астрономии	218
1 Астрономические координаты	218
Рефракция (226) Сумерки (228)	
2. Измерение времени	230
Звездное время (230) Видимое движение Солнца среди звезд и измерение времени (232) Международная линия изменения даты (237). Календарь (238). Мировой календарь (240).	
3. Прецессия. Нутация	241
Прецессия (241). Нутация (243).	
4. Движение Луны. Затмения	244
5. Движение планет и комет	251
Элементы планетных и кометных орбит (258). О вычислении эфемерид (260).	
6. Об основах спектрального анализа	264
Определение температур (265). Лучевые скорости (268) Магнитные поля (269).	
Глава IV. Астрономические инструменты. Подготовка к наблюдениям. Уточнение координат места наблюдений	270
1. Астрономические трубы и телескопы	270
Бинокль (278) Любительский рефрактор (279) Менисковые телескопы (282).	
2. Изготовление оптики для самодельного астрономического телескопа (составлен Г. М. Поповым)	284
3. Вспомогательные приборы	293
Кольцевой микрометр (293) Проволочный микрометр (составлен Ф. Кёбкэ) (295) Фотометры (296) Светофильтры (298). Спектроскоп (298)	
4. Об установке параллактического штатива трубы	299
5 Служба времени наблюдателя	302
* Часы (302) Определение поправки часов по радиосигналам времени (303)	
6. Астрономический календарь	305
7. О приметах перемен погоды	306
Глава V. Астрономические наблюдения	308
1. Наблюдения Солнца	308
Визуальные наблюдения Солнца (309). Наблюдения факелов (316) Фотографические наблюдения Солнца (316) Наблюдения солнечных затмений (318)	
2. Наблюдения Луны	319
Фотографирование Луны (323). Покрытие звезд Луной (323) Наблюдения лунных затмений (325)	
3. Наблюдения планет	326
Венера (328) Марс (329). Малые планеты (331). Юпитер (332) Сатурн (335).	
4. Наблюдения комет	335
Фотографирование комет (338)	
5. Наблюдения метеоров (составлен Б. Ю. Левиным)	339
Общие указания к наблюдениям (339) Организация наблюдений (340). Основные задачи наблюдений (341). Изучение метеорных потоков (341). Изучение спорадических метеоров (343). Определение высот метеоров (345) Наблюдения метеорных следов (345). Счет метеоров активных потоков (346) Счет метеоров слабых потоков и спорадических метеоров (348) Двойной счет метеоров (349). Изучение радиантов слабых потоков (351) Наблюдения с целью определения высот метеоров (353) Фотографирование метеоров (355) Наблюдения следов метеоров (356).	

6. О сборе метеоритов и о наблюдении явлений, сопровождающих падения метеоритов	358
7. Наблюдения переменных звезд	360
Визуальные наблюдения (360). Счет времени (363) Световое уравнение (364). Средняя кривая Световые элементы (364). О фотографических наблюдениях переменных звезд (368).	

Заключение	371
----------------------	-----

Глава VI. Астрономическая библиография	372
--	-----

История астрономии (372) Книги общего характера (373). Учебники, пособия и книги по различным разделам астрономии (374) Солнце (375) Планеты и спутники (376). Кометы, метеоры, метеориты (376). Звезды, галактики, Вселенная (377) Радиоастрономия (377) Космогония (378). Жизнь во Вселенной. Внеземные цивилизации (378) Обсерватории. Инструменты (378). Карты, атласы, инструкции для наблюдений (379).

Аннотированный перечень некоторых изданий и каталогов с употребительными в астрономической литературе сокращениями их названий .	380
--	-----

ТАБЛИЦЫ

Общий отдел

1. Астрономические знаки и обозначения	385
2. Греческий и латинский алфавиты	386
3. Единицы длины	386
4. Некоторые математические величины	387
5. Некоторые физические постоянные	388
6А. Химические элементы	388
6Б. Распределение электронов в атомах различных элементов . . .	391
7. Международная система единиц СИ	391
8. Астрономические постоянные	392

Солнечная система	394
-----------------------------	-----

9. Данные о Земле	394
10. Геохронология (геологическое летосчисление)	395
11. Изменение с высотой атмосферного давления, плотности воздуха, числа молекул или атомов в $см^3$, длины свободного пробега, температуры	395
12. Разность географической и геоцентрической широт, длина дуги меридиана и длина дуги параллели	396
13. Продолжительность самого длинного и самого короткого дня на разных широтах	396
14. Продолжительность полярного дня и полярной ночи на разных широтах	397
15. Данные о Луне	397
16. Фазы Луны	399
17. Освещенность, создаваемая Луной при разных углах фазы на поверхности, перпендикулярной к направлению падающих лучей	400
18. Затмения Луны с 1970 по 1985 г.	400
19. Данные о Солнце	401
20. Относительное содержание некоторых химических элементов в атмосфере Солнца	402
21. Годовые числа солнечных пятен с 1749 по 1968 г.	403
22. Солнечные затмения с 1970 по 1985 г.	404
23. Элементы орбит планет Солнечной системы	405
24. Физические характеристики планет Солнечной системы	406
25. Условия солнечного облучения и освещенности на разных планетах	408
26. Физические характеристики спутников планет	409
27. Элементы спутников планет	410
28. Кометы, возвращение которых к Солнцу наблюдалось	412
29. Кометы (с периодами меньше 200 лет), возвращение которых к Солнцу не наблюдалось	414
30. Элементы некоторых малых планет	415

31. Постоянные метеорные потоки	416
32. Метеорные потоки, которые в отдельные годы давали большое число метеоров	416
33. Новые потоки	417
34. Кометные радианты, недостаточно подтвержденные метеорными наблюдениями	417
35. Смещение радиантов некоторых метеорных потоков	418
Координаты Солнца	419
36. Геоцентрическая долгота Солнца, координаты центра истинного Солнца, уравнение времени, угловой радиус Солнца для 1950 г.	419
37. Геоцентрическая долгота Солнца, прямоугольные координаты Солнца и его радиус-вектор для 1950 г.	422
38. Поправка за начало года	425
39. Физические координаты Солнца	425
40А.Поправка гелиографической долготы	426
40Б.Поправка гелиографической широты	426
Прецессия	427
41. Годовая прецессия по склонению	427
42. Прецессия по склонению за 100 лет	427
43. Годовая прецессия по прямому восхождению	428
44. Прецессия по прямому восхождению за 100 лет.	430
Звезды, звездные скопления, туманности	431
45. Названия и обозначения созвездий	431
46. Названия созвездий (в алфавитном порядке латинских названий)	433
47. Собственные имена некоторых ярких звезд	434
48. Двадцать самых ярких звезд неба	435
49. Ближайшие к Солнцу звезды (до 4,00 пс)	436
50. Каталог всех звезд ярче $4^m,5$ в системе V	437
51. Список звезд ярче $V=4^m,5$, расположенных в порядке возрастания прямых восхождений	495
52. Северный Полярный Ряд	504
53. Яркие члены звездного скопления Плеяды	506
54. Фотометрические стандарты в системе UBV (звездные скопления)	508
55. Некоторые яркие двойные звезды	523
56. Некоторые яркие двойные звезды с резким различием цветов	527
57. Список короткопериодических цефеид и затменных переменных, рекомендуемых для наблюдений в бинокль или небольшую трубу	528
58А.Список некоторых ярких переменных звезд разных типов	535
58Б.Звезды сравнения для переменных типа U Gem и вспыхивающих переменных звезд	540
59. Яркие галактические рассеянные скопления	544
60. Звездные ассоциации	545
61. Яркие шаровые скопления Галактики	546
62А.Яркие галактические планетарные туманности	548
62Б.Яркие диффузные туманности.	549
63. Яркие галактики	550
64А.Галактические источники радиоизлучения	552
64Б.Внегалактические источники радиоизлучения	554
64В.Список пульсаров, открытых до 1971 г.	555
65. Местная группа галактик	556
66А.Некоторые скопления галактик	557
66Б.Яркие члены скопления галактик в созвездии Девы	557
Некоторые астрофизические данные	558
67. Поглощение света в земной атмосфере	558
68А.Средняя рефракция	559

68Б. Поправка к средней рефракции за температуру воздуха	559
68В. Поправка к средней рефракции за барометрическое давление	560
69. Распределение энергии в спектре Солнца	560
70. Основные линии солнечного спектра, наблюдаемого с поверхности Земли	561
71. Относительная спектральная чувствительность глаза	561
72. Визуальные абсолютные звездные величины звезд различных последовательностей диаграммы Герцшпрунга — Рессела	562
73. Болометрические поправки в зависимости от спектрального класса и класса светимости	563
74. Эффективные температуры звезд в зависимости от спектрального класса и класса светимости	563
75. Нормальные показатели цвета $(B - V)_0$ и $(U - B)_0$ звезд в зависимости от спектра и класса светимости	564
76. Массы, радиусы, средние плотности звезд и ускорения силы тяжести на их поверхности	564
Некоторые звездно-астрономические данные	565
77. Соотношение между абсолютной звездной величиной и светимостью	565
78. Соотношение между модулем расстояния, параллаксом и расстоянием в парсеках	566
79. Перевод разностей звездных величин двух звезд в отношения блеска	568
80. Нахождение звездных величин компонентов двойной звезды по их суммарному блеску и разности блеска. Нахождение общей звездной величины двух звезд по разности блеска и звездной величине более яркой звезды	569
81. Переход от экваториальных координат к галактическим в новой системе галактических координат	570
Счет времени. Переводные таблицы	576
82. Перевод промежутков среднего времени в промежутки звездного. Поправка звездного времени для разных долгот	576
83. Перевод промежутков звездного времени в промежутки среднего	577
84. Порядковый счет дней в году	578
85. Доля года, протекшая к 0 ^h мирового времени каждого дня (в тысячных долях года)	579
А. Обыкновенный год (579). Б. Високосный год (580).	
86. Юлианский период	581
87. Перевод долей дня в часы	583
88. Перевод часов, минут и секунд в доли суток	584
89. Перевод минут и секунд градусной меры (или часовой) в доли градуса (или часа)	585
90. Перевод часовой меры углов в градусную	586
91. Перевод долей градуса (или часа) в минуты и секунды	586
92. Перевод градусной меры углов в часовую	587
Математические таблицы	588
93. Натуральные значения тригонометрических величин	588
94. Натуральные значения синуса и косинуса по аргументу, выраженному в часовой мере	594
95. Длина дуги круга в радианах	595
96. Частота в нормальном распределении	596
97. Коэффициенты к интерполяционной формуле Стирлинга	597
98. Значения e^x и e^{-x}	598
Астрономические инструменты и фотообъективы	599
99. Обозначения советских астрономических приборов и инструментов	599
100. Характеристики некоторых советских фотообъективов	601

Астрономические организации	602
Астрономические обсерватории и институты СССР Астрономический совет АН СССР. Радиосовет АН СССР. Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО). Планетарии. Международный Астрономический Союз (МАС)	602
101 Отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО)	604
102. Телеграфный код, принятый для международных астрономических телеграмм МАС в 1964 г.	605

ПРИЛОЖЕНИЯ

I. Полная карта Луны. Список главнейших образований на поверхности Луны. Кратеры.	609
II. Карта поверхности Марса и список основных деталей на ней	613
III Звездный атлас (пять звездных карт всего неба)	614
IV. Карта экваториальных созвездий	614
V. Планисфера В В Каврайского	615
VI. Сетка для приближенного определения z , t , A и h небесных светил	616
VII. Ортографическая сетка для обработки наблюдений Солнца	618
VIII. Координатные сетки для наблюдений Марса и Юпитера	618
IX. Равновеликая проекция небесной сферы	618
X. Номограмма для решения уравнения Кеплера	618
XI. Номограмма для приближенного перевода экваториальных координат в галактические	618
XII. Номограмма для приближенного определения момента звездного времени (М. С. Зверев)	618
XIII. Номограмма для определения светового уравнения (М. С. Зверев) и проекции орбитальной скорости Земли на луч зрения (Э. А. Витриченко)	618
Алфавитный указатель	620

ПРЕДИСЛОВИЕ

История астрономии знает немало примеров того, как простой интерес к науке превращался в серьезное увлечение и любитель астрономии, приобретая необходимые знания и навыки, становился специалистом. Задача «Справочника» — всемерно способствовать процессу превращения любителей в серьезных научных работников, а также расширить круг интересующихся астрономией.

Несмотря на попытку дать последовательное изложение основ астрономии (гл. III) и обзор современных данных о Вселенной (гл. I и Таблицы), «Справочник» не может дать полного изложения всех деталей рассматриваемых вопросов. Книги, указанные в гл. VI, позволят углубить полученные знания.

Для 4-го издания все фактические данные, а также описания наблюдений различных объектов пересмотрены, добавлен ряд новых разделов и некоторые таблицы (в частности, каталог звезд расширен до 4^м,5 и содержит данные многоцветной фотоэлектрической фотометрии). Заменены многие рисунки, добавлены новые. В Приложении I дана «Полная карта Луны» и перечень основных образований на видимой и на обратной сторонах Луны.

Автору пришлось посчитаться с тем, что «Справочник» используется в учебной работе средних школ и педагогических вузов, а также в какой-то мере профессионалами разных специальностей.

4 октября 1957 г. началась новая, космическая эра в истории человечества и, разумеется, в истории науки. Развитию освоения космоса, совершенствованию средств космических исследований, запускам искусственных спутников Земли, Солнца, Луны, автоматических межпланетных и лунных станций, полетам отважных космонавтов, пока лишь советских и американских, научным итогам «исследования космоса» посвящена большая литература, отражаемая в недавно организованном Реферативном журнале «Исследование космического

пространства». В этой книге упомянуты лишь те результаты этой грандиозной программы, которые исправили либо дополнили данные, полученные «земной астрономией», а также те открытия, которые невозможно было сделать, находясь на дне воздушного океана — на поверхности Земли.

Быстрое развитие науки может сделать некоторые сведения устаревшими. Читатель может постоянно пополнять свои знания знакомством с новой литературой. Иногда в тексте даются краткие ссылки на статьи в журналах, подробно освещающие данный вопрос.

Всем оказавшим содействие «словом и делом» во время подготовки 4-го издания автор приносит глубокую благодарность. С благодарностью будут встречены также критические замечания и добрые пожелания читателей справочника.

Март 1970 г.

П. Куликовский

«Как ни совершенно крыло птицы, оно никогда не смогло бы поднять ее ввысь, не опираясь на воздух. Факты — это воздух ученого, без них вы никогда не сможете взлететь».

Акад. И. П. Павлов

ВВЕДЕНИЕ

Астрономия*) — наука о строении и развитии небесных тел и Вселенной. Астрономия представляет собой одну из физико-математических наук, которая, используя достижения математики, физики и техники, изучает окружающую нас безграничную материальную Вселенную, состоящую из звезд и их систем, планет, их спутников, комет и метеорных тел, межпланетной, межзвездной и межгалактической среды, включая излучение и энергетические поля**).

Астрономию можно, несколько условно, подразделить на ряд отделов.

Сферическая астрономия разрабатывает математические методы для изучения видимого расположения и видимого движения небесных светил (и влияния на них некоторых физических явлений, например, рефракции световых лучей в атмосфере, вращение и движение Земли), а также для определения точного времени, географических координат и т. д.

Практическая астрономия рассматривает методы определения положений небесных светил на небесной сфере и отсюда положения наблюдателя на поверхности Земли, а также теорию соответствующих астрономических инструментов и способы учета инструментальных и личных ошибок.

Иногда сферическую астрономию и практическую астрономию объединяют в одну науку — *астрометрию*, основной задачей которой является создание инерциальной системы координат на основе каталогов точнейших определений звездных положений и определение фундаментальных астрономических постоянных. Астрометрические каталоги важны для изучения движения небесных тел и вращения Земли. Звездные каталоги необходимы также для геодезических работ, для Службы времени, для определения географических координат и навигации, для изучения движения звезд и звездных систем.

Небесная механика изучает теорию движения тел Солнечной системы под действием их взаимного притяжения и применяет ее для

*) От греческих слов: *астрон* — звезда и *номос* — закон.

**) Пределы доступной исследования области Вселенной расширяются по мере совершенствования средств наблюдения (включая радиоастрономические).

вычисления орбит планет, комет и других небесных тел (включая искусственные спутники Земли, Луны и Солнца — *астродинамика*), для предвычисления их положений на небе (так называемое *вычисление эфемерид*), а также для определения формы небесных тел и их масс.

Астрофизика, опираясь на достижения экспериментальной и теоретической физики (в особенности на фотометрию и спектральный анализ), изучает внутреннее строение, химический состав и физические свойства небесных тел, химический состав и состояние атмосфер Солнца, звезд и планет, источники звездной и солнечной энергии, диффузную материю в межзвездном пространстве. *Практическая астрофизика* касается техники и методики разнообразных астрофизических наблюдений и теории соответствующих инструментов. *Теоретическая астрофизика* исследует внутреннее строение небесных тел (включая недавно открытые *квазары*, *квазаги* и *пульсары*) и источники их энергии, строение и состав звездных и планетных атмосфер, эволюцию звезд, свойства межзвездной среды.

Последние десятилетия бурно развивается новая отрасль астрономии — *радиоастрономия*, которая исследует радиоизлучение небесных тел и межзвездной материи, а также использует радиолокационные методы для изучения метеоров и ближайших соседей Земли. Обнаружение космических источников рентгеновских лучей, гамма-излучения и нейтрино породило понятия о *рентгеновской астрономии*, *гамма-астрономии* (Н и Ч*), 1966, 326—335) и даже *нейтринной астрономии*.

Звездная астрономия, используя результаты исследований всех отделов астрономии, изучает статистическими методами закономерности распределения в пространстве звезд и их систематических движений, сопоставляя их с различными характеристиками, изучает строение нашей звездной системы — Галактики, других галактик и их скоплений, иначе говоря, строение и состав всей известной части Вселенной.

Космогония занимается вопросами происхождения и развития (эволюции) небесных тел — звезд, Солнца, планет, в том числе и Земли, а также происхождения и развития звездных систем. Космогония опирается в своих выводах и заключениях на наблюдательный материал, накопленный астрономами всех специальностей, и на достижения теоретической физики.

*Космология**)* — физическое учение о Вселенной как целом, включающее в себя теорию всей охваченной астрономическими наблюдениями области пространства как части Вселенной.

Изучение некоторых групп небесных тел выросло в самостоятельные разделы астрономии; так, например, иногда говорят о *кометной астрономии*, *метеорной астрономии*, *планетной астрономии* (или *планетоведении*), *внегалактической астрономии* и т. д. Определение гео-

*) Список сокращений названий изданий см. на стр. 380.

**) В литературе иногда можно встретить этот термин в старом его значении, как совокупности представлений о мироздании, например, космология древних греков, индийцев и т. д.

графических координат астрономическими методами выделяют в *полевую астрономию*, определение местоположения корабля в море — в *мореходную астрономию*, методы астроориентировки самолета в воздухе — в *авиационную астрономию*, методы вычисления невозмущенных орбит небесных тел — в *теоретическую астрономию*, являющуюся введением в небесную механику. Использование различных ИСЗ, ИСЛ и ракет для астрономических целей выделяют во *внеатмосферную астрономию*.

* * *

Астрономия зародилась на заре человеческой культуры. Интерес к астрономическим явлениям и начало систематических наблюдений над ними относятся к далекой древности, не оставившей письменных свидетельств. Практические запросы жизни (счет времени, летосчисление, ориентировка во время пути на суше и на море, а позднее — определение местоположения на Земле) обусловили развитие астрономии. С попытками объяснения наблюдаемых явлений было связано возникновение религиозных представлений, за грозными явлениями природы наивно предполагались сверхъестественные силы и существа. В частности, обожествлялись Солнце, Луна и другие небесные светила. Повсеместно рождались религиозные легенды и представления, сообразные с внешней средой и образом деятельности людей в различных климатических и природных условиях. Дальнейшая история астрономии проходила в борьбе с первоначальными наивными космологическими идеями, которые зачастую находили поддержку в более поздних формах религии. Эта борьба, как известно, имела своих мучеников и своих героев. Борьба с пережитками религии в настоящее время заключается не только во всестороннем научном объяснении явлений природы, но и в анализе и разъяснении процессов происхождения и развития самих религиозных представлений, столь различных у разных народов мира и столь сходных в своей основе.

Ф. Энгельс писал в «Диалектике природы»: «Необходимо изучить *последовательное развитие* отдельных отраслей естествознания. — Сперва *астрономия*, которая уже из-за времен года абсолютно необходима для пастушеских и земледельческих народов». (Госполитиздат, 1950, 145).

«Необходимость вычислять периоды разлития Нила создала египетскую астрономию, а вместе с тем господство касты жрецов как руководителей земледелия» (К. М а р к с и Ф. Э н г е л ь с, Сочинения, т. XVII, 1937, стр. 562). Действительно, астрономия в древнем мире — в Египте, в Ассирии и Вавилоне и в других странах — находилась в руках жрецов, которые за тысячи лет систематических наблюдений неба накопили много астрономических сведений. Подметив смену фаз Луны, определив продолжительность года, периодичность солнечных и лунных затмений, периодичность в движениях планет, они научились предсказывать эти астрономические явления. За 355 лет до н. э. в Китае астроном Ши-Шень составил первый известный нам звездный каталог — список положений 800 звезд.

В Древней Греции, где широкое развитие получила математика, в частности геометрия, были хорошо известны закономерности видимых движений планет среди звезд, был открыт так называемый *метонов цикл* в 19 лет, по истечении которого Солнце и Луна занимают прежние положения среди звезд (иначе говоря, фазы Луны приходятся на те же даты года). Во II в. до н. э. греческий ученый Гиппарх обнаружил медленное перемещение плоскости небесного экватора, вызывающее смещение точек равноденствий (*прецессия*) и составил звездный каталог, включающий около 850 звезд. Греки пытались построить общую картину мироздания. Однако гениальные догадки некоторых греческих ученых о движении Земли вокруг Солнца (Аристарх Самосский — III в. до н. э.) и о вращении Земли вокруг своей оси (Гераклид Понтийский — IV в. до н. э.) были забыты, и более полутора тысяч лет астрономия зиждилась на геоцентрической системе мира, сформулированной в окончательном виде во II в. н. э. Клавдием Птолемеем (ок. 87—165) в его книге «Великое построение» (по-арабски «Альмагест»). Согласно «Альмагесту» Земля помещалась в центре мира, а для объяснения сложных петлеобразных видимых движений планет были введены добавочные вспомогательные круги — *эпициклы*, центры которых двигались вокруг Земли по основным кругам — *деферентам*, причем плоскости эпициклов и деферентов не совпадали. В дальнейшем чем точнее становились наблюдения планет, тем более сложной и громоздкой становилась система эпициклов.

В эпоху застоя науки в средневековой Европе астрономия получила развитие в странах Востока. Крупный вклад в науку сделали астрономы народов Средней Азии VIII — XV вв. Среди них особо надо отметить великого энциклопедиста Востока Бируни (973—1048), который писал (в XI в.!) о возможности объяснения всех сложных видимых движений планет движением Земли вокруг Солнца и ее вращением. Поэт и философ Омар Хайям (1048—1123) предложил проект календаря, более точного, чем григорианский; он писал о бесконечности мира в пространстве и во времени. Правитель Самарканда Улугбек (1394—1449) создал прекрасную обсерваторию с гигантским угломерным инструментом. Здесь были составлены новый каталог положений 1018 звезд и таблицы планетных движений.

В эпоху Возрождения и великих географических открытий практические потребности выдвинули перед астрономией новые задачи, которые требовали новых методов и новых инструментов, новых представлений о мироздании.

В середине XVI в. гениальный польский ученый Николай Коперник (1473—1543) в своем великом труде «О вращении небесных сфер», установив более правильное представление о мире, поставил Солнце в центре планетной системы, лишив Землю ее исключительного, центрального положения. Все наблюдаемые особенности видимых движений планет получили свое естественное объяснение. Коперник определил относительные расстояния и впервые дал и научно обосновал правильное представление о Солнечной системе и движениях планет. Переворот, произведенный Коперником, имел громадное значение

не только для астрономии. «Революционным актом, которым исследование природы заявило о своей независимости и как бы повторило лютеровское сожжение папской буллы, было издание бессмертного творения, в котором Коперник бросил — хотя и робко и, так сказать, лишь на смертном одре — вызов церковному авторитету в вопросах природы. Отсюда начинается свое летосчисление освобождение естествознания от теологии...» (Ф. Э н г е л ь с, Дialeктика природы, Госполитиздат, 1950, стр. 5).

Учение Коперника было запрещено в 1616 г., его последователи преследовались церковью, в особенности проповедники философских выводов из нового учения — о множественности обитаемых миров. Итальянский ученый и философ Джордано Бруно (1548—1600), издавший в 1584 г. свое замечательное произведение «О бесконечности, вселенной и мирах», погиб 17 февраля 1600 г. в Риме на костре инквизиции. Великого итальянского ученого Галилео Галилея (1564—1642) также подвергли преследованиям за пропаганду учения Коперника.

7 января 1610 г. Галилей первый направил зрительную трубу (независимо от других им изобретенную) на небо и тем самым превратил ее в астрономическую трубу — телескоп. Он открыл горы на Луне, пятна на Солнце, фазы Венеры, спутников Юпитера, открыл причину свечения Млечного Пути, состоящего из множества слабых звезд. Открытия Галилея, начавшие новую эпоху в астрономии — эпоху телескопической астрономии, знаменитые законы движения планет, открытые Иоганном Кеплером (1571—1630) на основе анализа наблюдений Марса, сделанных Тихо Браге (1546—1601) и им самим, наконец, «Математические начала натуральной философии» Ньютона (1643—1727), вышедшие из печати в 1687 г., завершили ломку старых понятий и утвердили идеи Коперника. В своих замечательных «Началах» Исаак Ньютон описал открытый им закон всемирного тяготения, управляющий движением небесных тел, и тем самым заложил прочную основу небесной механики. Оказалось возможным изучать не только видимые движения небесных светил, но и их действительные движения в пространстве. Наблюдательная астрономия получила новое развитие со времени изобретения Христианом Гюйгенсом (1629—1695) маятниковых часов (1655) и применения Пикаром (1620—1682), а затем Рёмером (1644—1710) зрительных труб к угломерным инструментам.

С конца XVII в. в разных странах учреждаются крупные государственные астрономические обсерватории (1675 — Гринвичская в Англии, 1671 — Парижская во Франции, 1725 — академическая обсерватория в Петербурге), которые начинают систематические наблюдения, имевшие целью определения точных положений звезд и изучение движения Луны, необходимые в первую очередь для нужд морской навигации и картографирования. В течение первой половины XVIII в. возросшая точность астрономических измерений привела к открытию в 1718 г. собственных движений звезд (Галлей, 1656—1742), открытию в 1728 г. абerrации звезд (Брадлей, 1693—1762), открытию нутации земной оси (Брадлей, 1747). В 1753—1772 гг. член Петербургской

Академии наук Л. Эйлер (1707—1783) разработал свою знаменитую теорию движения Луны.

Большое значение для всего естествознания имела идея естественной эволюции, развития в природе, впервые выдвинутая в области астрономии. В 1755 г. Кант создал свою гипотезу эволюции первоначальной метеоритной туманности и образования планетной системы. В это же время эволюционные идеи были высказаны великим русским ученым М. В. Ломоносовым (1711—1765), в частности, в области геологии. В 1796 г. в «Изложении системы мира» Лапласа (1749—1827) была предложена идея образования планет из колец, отделяющихся по мере сжатия вращающейся газовой туманности. Гипотезы Канта и Лапласа имели большое прогрессивное значение для своего времени.

В 1761 г., наблюдая прохождение Венеры по диску Солнца, М. В. Ломоносов открыл атмосферу на Венере, положив этим начало изучения физики планет. С конца XVIII в. началась деятельность выдающегося английского астронома В. Гершеля (1738—1822) с громадными по тому времени рефлекторами, которые он сам изготовлял. Гершель открыл много туманностей, — галактических и внегалактических, много двойных звезд, открыл в 1781 г. планету Уран*), обнаружил движение Солнца в пространстве среди окружающих его звезд (1785), изучал строение Галактики.

XVIII в., в особенности его вторая половина, отмечена бурным расцветом небесной механики в трудах Эйлера, Клеро (1713—1765), Лагранжа (1736—1813), Лапласа. Открытие 1 января 1801 г. Пиацци первой малой планеты — Цереры — дало новый толчок развитию наблюдательной и теоретической астрономии.

В 20-х гг. XIX в. началась научная деятельность основателя и первого директора Пулковской обсерватории (открыта в 1839 г.) Василия Яковлевича Струве (1793—1864). Разработанные им многолетние планы работы Пулковской обсерватории имели следующие особенности: строгая специализация инструментов (каждый инструмент был предназначен только для одной задачи), большое внимание к выявлению неизбежных инструментальных ошибок и большая однородность многолетних рядов наблюдений. С течением времени были составлены каталоги особо точных определений положений звезд, создавшие Пулкову мировую славу. Пулково заслуженно получило название «астрономической столицы мира». Струве много сил посвятил изучению двойных звезд, а в 1835—1838 гг. первый измерил параллакс звезды (Веги). В 1847 г., изучая строение нашей звездной системы, Струве высказал предположение (полностью впоследствии оправдавшееся) о наличии межзвездного поглощения света. Это открытие, опубликованное в его книге «Этюды звездной астрономии», было забыто современниками, и поглощение света было открыто вновь лишь в XX в. От первых пионерских работ В. Гершеля и «Этюдов»

*) Название предложил Боде (1747—1826) вместо гершелевского «звезда Георга» (в честь английского короля).

В. Я. Струве ведут свое начало исследования, посвященные строению нашего звездного мира и бесчисленных внегалактических туманностей, каждая из которых представляет собой самостоятельную звездную систему.

Торжеством теоретической астрономии и небесной механики и одновременно торжеством материалистической науки, утверждающей материальность мира и познаваемость его законов, было открытие в 1846 г. Леверье (1811—1877) «на кончике пера», т. е. вычислительным путем, новой планеты, названной Нептуном. Вблизи от указанного Леверье места Галле нашел планету среди звезд. Одновременно и независимо от Леверье ту же задачу решил молодой английский астроном Адамс (1819—1892).

В 1844 г. Бессель заподозрил существование спутников у Сириуса и у Прокциона по тому влиянию, которое они оказывали на собственное движение этих ярких звезд. Их увидели в телескопы значительно позже.

Некоторые другие важные открытия первой половины XIX в. указаны в хронологической таблице (стр. 19), которая является известным дополнением к этому краткому историческому очерку.

К середине XIX в. относится изобретение фотографии и начало применения ее в астрономии. Фотография необыкновенно способствовала бурному развитию астрономии и новой отрасли этой науки — астрофизики. Если не считать некоторых работ в области астрофотометрии, астрофизические исследования начались в середине XIX в., вскоре после открытия Кирхгофом и Бунзеном спектрального анализа. Спектроскопия звезд началась работами А. Секки (1818—1878), В. Хэггинса (1824—1910), А. А. Белопольского (1854—1934); физика Солнца — после открытия Жансеном (1824—1907) и независимо от него Локьером (1836—1920) в 1868 г. способа наблюдений солнечных протуберанцев вне затмений.

В последней трети XIX в. крупнейший русский астроном Ф. А. Бредихин (1831—1904) создал свое учение о кометах и метеорных потоках, теорию кометных форм и дал первую классификацию кометных хвостов (1862—1877).

В конце прошлого века (1894—1899) А. А. Белопольский провел лабораторную проверку принципа Доплера и применил его к изучению спектрально-двойных и переменных звезд.

Основой для дальнейшего изучения звезд и нашей звездной системы — Галактики — явились обширные звездные каталоги, содержащие точные определения блеска звезд и их спектров. В 1884 г. на Гарвардской обсерватории (США) были заложены основы ныне широко применяющейся спектральной классификации. В 1895 г. В. К. Цераский (1849—1925) в Москве определил нижнюю границу температуры Солнца на основе своих опытов с большим зажигательным зеркалом, а в 1903—1905 гг. провел определение его звездной величины.

В 1905—1913 гг. выявилось деление звезд на карлики и гиганты и связь светимостей звезд с температурой их поверхностей (иначе,

со спектрами звезд). Это дало толчок к развитию нового метода определения звездных расстояний — по спектру звезд (метод определения спектральных параллаксов). В 1908 г. была открыта зависимость между периодами переменных звезд типа δ Цефея (цефеид) и их светимостями. Эта зависимость легла в основу нового мощного метода определения расстояний, действующего не только в пределах нашей Галактики, но и далеко за ее пределами (определение цефеидных параллаксов).

В 1927 г. было открыто (Я. Оортом) вращение Галактики. (Математическая теория вращения, разработанная еще в 1859 г. казанским астрономом М. А. Ковальским (1821—1884), была к этому времени забыта.) В 1930 г. было вновь открыто поглощение света в межзвездном пространстве. Как было сказано выше, это открытие еще в 1847 г. предвидел В. Я. Струве.

Успешно развивается теоретическая астрофизика, исследующая внутреннее строение звезд и законы их излучения. Центр тяжести интересов современной астрономии все больше переносится на вопросы строения звезд и истории их развития, вопросы строения и развития звездных систем и вопрос об источниках энергии, которую излучают в мировое пространство звезды и Солнце в течение миллиардов лет. В последние годы открыты новые удивительные объекты — квазары и пульсары, поставившие перед наукой новые сложные проблемы.

В хронологической таблице (стр. 19) отмечен ряд крупных открытий XX в. Они касаются прежде всего звезд и внегалактических туманностей, оказавшихся (как это было окончательно установлено в 1924 г.) звездными системами, подобными нашей Галактике. Все больше в астрономии используется новая техника наблюдений, совершенствуются астрономические телескопы, дающие возможность еще дальше проникать в глубь Вселенной. С 30-х гг. начинается бурное развитие радиоастрономии, которой принадлежит большое будущее.

С 4 октября 1957 г. началась новая эпоха не только в истории науки, но и во всем развитии человеческой культуры — эпоха космических полетов и освоения межпланетного пространства. В этот день в СССР был запущен первый искусственный спутник Земли. Об основных этапах этого бурно развивающегося наступления на космос см. литературу (стр. 372). В хронологии отмечен лишь вклад космических исследований в развитие наших представлений о «ближнем» и «дальнем» космосе.

* *
*

Продолжая материалистические традиции русской науки, советские астрономы, астрофизики и радиофизики успешно работают над разрешением сложнейших проблем современной астрономии. Последние десятилетия выдвинули их в первые ряды исследователей Вселенной и покорителей космоса.

После Великой Октябрьской социалистической революции в нашей стране был создан ряд новых астрономических учреждений: Астрономический институт в Ленинграде, ныне Институт теоретической астрономии АН СССР (1920), Китабская широтная станция имени Улугбека (1930), Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга в Москве (1931), Абастуманская астрофизическая обсерватория АН Грузинской ССР (1932), Астрофизический институт АН Таджикской ССР (1933) [ЗиВ 1967, № 1—6].

После Великой Отечественной войны были не только восстановлены разрушенная Пулковская обсерватория и сожженная и разграбленная Симеизская астрофизическая обсерватория, но и создан ряд новых крупных астрономических обсерваторий: Бюраканская обсерватория АН Армянской ССР (1946); Астрофизический институт с Горной обсерваторией АН Казахской ССР (1949), Главная астрономическая обсерватория АН Украинской ССР в Голосееве под Киевом (1949), Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР близ села Партизанского (1945) и некоторые другие. Завершается строительство «Специальной астрофизической обсерватории» (САО) близ станции Зеленчукской на Северном Кавказе, где будет установлен самый большой в мире телескоп с зеркалом диаметром 6 м.

В главе I «Справочника» найдут свое отражение многочисленные успехи, достигнутые за последние годы советскими астрономами в разных областях астрономии.

КРАТКАЯ ХРОНОЛОГИЯ АСТРОНОМИИ

Доисторическая эпоха	Наскальные астрономические рисунки.
До 4-го тысячелетия до н. э.	Астрономические рисунки древних майя (Центральная Америка)
4-е тысячелетие до н. э.	Каменная обсерватория Стонихендж (Южная Англия).
3379 15 февр. до н. э.	Затмение Луны, зарегистрированное древними майя.
ок. 3400 до н. э.	Астрономическая ориентировка пирамиды Хеопса (Египет).
Ок. 3000 до н. э.	Первые астрономические записи в Египте, Вавилоне и Китае.
Ок. 2500 до н. э.	Установление египетского солнечного календаря.
2-е тысячелетие до н. э.	Звездная карта, высеченная на камне (Китай). Таблицы Венеры Аммизадуга (Вавилон) Лунно-солнечный календарь. Круг зодиакальных созвездий (Вавилон).
Ок. 1100 до н. э.	Определение наклона экватора к эклиптике (Чу Конг, Китай).
763 до н. э.	Наиболее старое из известных наблюдений полного солнечного затмения (Вавилон).
VII—VI вв. до н. э.	Установление периода повторяемости солнечных и лунных затмений — <i>сароса</i> (Вавилон).
~535 г. до н. э.	Возникновение идеи о шарообразности Земли (Пифагор, Греция).
585 г. (28 мая) до н. э.	Солнечное затмение в Малой Азии, предсказанное Фалесом Милетским (Греция).
433 г. до н. э.	Установление 19-летнего цикла лунных фаз (Метон, Греция).

IV в. до н. э.	Первая теория движения планет — концентрические сферы (Евдокс, Греция).
IV в. до н. э.	Идея вращения Земли вокруг своей оси (Гераклид Понтийский).
IV в. до н. э.	«О небе» Аристотеля (Греция). Доводы в пользу шарообразности Земли, Луны и других небесных тел.
Ок. 355 г. до н. э.	Составление первого каталога 800 звезд «Синг-Чинг» (Ши-Шень, Гань Гун, Китай)
301 г. до н. э.	Первое упоминание о солнечных пятнах в китайских летописях.
III в. до н. э.	Начало систематических определений положений звезд (Аристилл, Самос, Тимохарис, Александрия). Замена вращающихся сфер Евдокса кругами. Начало теории эпициклического движения (Аполлоний Пергский, Греция).
265 г. до н. э.	Идея о движении Земли вокруг Солнца, первые оценки расстояния от Земли до Солнца (1200 земных радиусов) и Луны (Аристарх Самосский, Греция).
240 г. до н. э.	Определение размеров земного шара (Эратосфен, Александрия).
150—123 г. до н. э.	Открытие прецессии, первые таблицы движения Солнца и Луны, звездный каталог около 850 звезд (Гиппарх, Греция).
46 г. до н. э.	Введение в римской империи юлианского календаря, разработанного Созигеном из Александрии.
Ок. 140 г. н. э.	«Синтаксис», — по-арабски «Альмагест» Клавдия Птолемея (Александрия), содержащий теорию эпициклического движения планет в геоцентрической системе мира, а также планетные таблицы, звездный каталог 1025 звезд, разделенных на шесть величин по блеску. Равноденствие 138 г. до н. э.; точность $\pm 15'$.
V в.	Индийские ученые Ариабхата и Варахамихара утверждали шарообразность Земли и ее вращение вокруг оси.
VII в.	«Космография» и теория календаря (Анания Ширакаци, Армения).
725 г.	Попытка определения длины градуса меридиана (Нань Гун-шо, Китай).
827 г.	Определение размеров земного шара по градусным измерениям между Тигром и Евфратом (ученые Багдадской обсерватории калифа Аль-Мамуна).
964 г.	Каталог Ал-Сухи (каталог Птолемея с учетом прецессии).
Конец X в — начало XI в	Составление Гакимитских таблиц движения Солнца, Луны и планет (арабский астроном Ибн Юнус в Каире).
I пол. XI в	Трактат о летосчислении и определение размеров Земли новым методом: длина меридиана 41 500 км (хорезмийский ученый Бируни).
Конец XI в — начало XII в.	Проект календаря, книга стихов «Вселенная и ее познание» философа, ученого и поэта Омара Хайяма.
1136 г.	Календарный трактат Кирика Новгородца «Учение им же ведати человеку числа всех лет».
1252 г.	Составление «Альфонсовых таблиц» движения планет и астрономической энциклопедии (еврейские и мавританские ученые, Кастилия, Испания).
Середина XIII в.	«Эльханские таблицы» движения планет (Нассирэддин Туси, Марага, Азербайджан)
1279 г.	Создание Пекинской обсерватории (Китай).
1437—1449 гг.	Звездный каталог 1018 звезд (эпоха 1437,5) и таблицы движения планет (Самаркандская обсерватория Улугбека).

1471 г.	Планетные таблицы астронома и математика Региомонтана (Нюрнберг, Германия)
1515 г.	Первое изложение системы мира Коперника в его «Малом комментарии» (Польша).
1528 г.	Первое в Европе измерение длины градуса меридиана (Ж. Фернель, Франция).
1540 г.	«Первый рассказ» И. Ретика об учении Коперника.
1543 г.	«О вращении небесных сфер» Н. Коперника.
1576—1597 гг.	Создание Тихо Браге двух богато оснащенных обсерваторий на острове Вэн (Дания).
1582 г. 15 окт.	Введение в ряде стран Европы григорианского календаря (подготовленного советником папы Григория XIII Христофором Клавиеусом).
1584 г.	«О бесконечности, вселенной и мирах», содержащее утверждение бесконечности Вселенной и множественности обитаемых миров (Джордано Бруно, Италия).
1603 г.	Звездный атлас «Уранометрия» с обозначением ярких звезд греческими буквами (Иоганн Байер, Германия).
1609—1610 гг.	Первые телескопические наблюдения. Открытие гор на Луне, фаз Венеры, спутников Юпитера, установление звездной природы Млечного Пути (Г. Галилей, Италия).
1609 г.	Два закона движения планет вокруг Солнца (И. Кеплер «Новая астрономия, причинно обоснованная»).
1611 г.	Обнаружение вращения Солнца по видимому перемещению солнечных пятен по диску Солнца (Фабрициус, Голландия).
1614—1617 гг.	Метод триангуляции и его применение к градусным измерениям (Снеллиус, Голландия).
1619 г.	Третий (гармонический) закон движения планет (И. Кеплер).
1630 г.	Обнаружение зависимости периода вращения Солнца от гелиографической широты (Шейнер, Германия).
1632 г.	«Диалог о двух главнейших системах мира» Г. Галилея — популяризация системы Коперника.
1647 г.	«Селенография» Яна Гевелия (Польша).
1655—1659 гг.	Изобретение маятниковых часов, открытие первого спутника Сатурна (Титана), открытие колец Сатурна (Хр. Гюйгенс, Голландия).
1661—1701 гг.	Звездный каталог (1564 звезды) — точность $\pm 2'$ Впервые даны α и δ (Гевелий, Польша).
1662 г.	Первые опыты разложения солнечного света призмой (Ньютон, Англия).
1665—1666 гг.	Открытие осевого вращения Марса и Юпитера (Д. Кассини, Италия).
1668 г.	Первый зеркальный телескоп (Ньютон, Англия).
1671 г.	Открытие Парижской обсерватории (первый директор Д. Кассини).
1671—1673 гг.	Первое определение параллакса Солнца ($9'',5$) по наблюдениям Марса в противостояниях (Д. Кассини, Ж. Рише, Франция).
1673 г.	Первый том «Небесного строения» (Я. Гевелий, Польша).
1675 г.	Определение скорости света (О. Рёмер, Дания).
1675 г.	Открытие деления кольца Сатурна «щелью Кассини» (Франция).
1675 г.	Основание Гринвичской обсерватории (первый директор Д. Флемстид, Англия).
1678 г.	Первый каталог звезд южного неба (Э. Галлей, Англия).
1687 г.	Звездный каталог 1564 звезд (Я. Гевелий, Польша).

1687 г.	«Математические начала натуральной философии» Ньютона с обоснованием закона всемирного тяготения (Англия).
1689 г.	Первый меридианный инструмент (О. Ремер, Дания).
1692 г.	Первая русская астрономическая обсерватория (А. А. Любимов, Холмогоры).
1693 г.	Формулировка трех законов вращения Луны (Д. Кассини, Франция).
1705 г.	Установление периодичности возвращения некоторых комет к Солнцу (Галлей, Англия).
1718 г.	Открытие собственных движений звезд (Галлей, Англия).
1725 г.	Основание астрономической обсерватории Петербургской Академии наук.
1725—1728 гг.	Открытие аберрации звезд (Д. Бадлей, Англия).
1733 г.	Первое научное описание протуберанцев (Вассениус, Швеция).
1743 г.	«Теория фигуры Земли» А. Клеро (Франция).
1746 г.	Таблицы лунного движения (Л. Эйлер).
1748 г.	Открытие нутации (Бадлей, Англия).
1748 г.	Общая формулировка законов сохранения вещества и движения (М. В. Ломоносов).
1749 г.	Теория прецессии и нутации (Даламбер, Франция).
1753—1772 гг.	Разработка теории движения Луны (Л. Эйлер).
1755 г.	Каталог 3268 звезд (точность $\pm 0^s,16$ по α , $\pm 1'',3$ по δ) (Д. Бадлей, Англия).
1755 г.	«Всеобщая естественная история и теория неба» И. Канта (Германия) — гипотеза происхождения небесных тел и их систем из рассеянной материи.
1757 г.	Первое определение масс планет, не имеющих спутников (А. Клеро, Франция).
1758 г.	Изобретение ахроматического астрообъектива (Доллонд, Англия).
1761 г. 26 мая	Открытие М. В. Ломоносовым атмосферы на Венере.
1761 г.	«Космологические письма» И. Ламберта (Германия) — идея структурной бесконечности Вселенной.
1763 г.	Каталог 10 035 южных звезд (Н. Лакайль, Франция).
1764—1771 гг.	Вывод параллакса Солнца ($8'',67$) из наблюдений прохождений Венеры по диску Солнца в 1761 и 1769 гг. (С. Румовский, Россия).
1774 г.	Определение массы Земли из наблюдений отклонений отвеса вблизи горы (Н. Маскелайн, Англия).
1766—1772 гг.	Найдено правило, которому подчиняются расстояния планет от Солнца (И. Тициус, И. Боде, Германия).
1781 г.	Каталог 103 «туманных объектов» («ловец комет» Ш. Мессье, Франция).
1781 г.	Открытие планеты Уран (В. Гершель, Англия).
1782 г.	Первый каталог (269) двойных звезд (В. Гершель).
1783 г.	Открытие движения Солнца среди звезд, определение координат солнечного апекса (В. Гершель).
1785 г.	Исследование строения Млечного Пути методом звездных подсчетов в избранных площадках (метод «черпков») (В. Гершель).
1786 г.	Первый каталог (1000) туманностей (В. Гершель).
1794 г.	Установление космического происхождения метеоритов (Степлинг, Чехия).
1796 г.	«Изложение системы мира» П. Лапласа (Франция). Гипотеза образования планет из вращающейся газовой туманности.
1797 г.	Усовершенствование методов вычисления кометных орбит (Г. Ольберс, Германия).

1798 г.	Определение средней плотности и массы Земли из опытов с крутильными весами (Г. Кавендиш, Англия).
1799 г.	Выход в свет первых двух томов «Небесной механики» П. Лапласа (Франция).
1800 г.	Открытие инфракрасного излучения Солнца (В. Гершель).
1801 г. 1 янв.	Открытие первой малой планеты Цереры (Д. Пиацци, Италия).
1802 г. 28 марта	Открытие второй малой планеты — Паллады (Ольберс).
1802 г.	Определение параллакса Солнца ($8'',56$) по параллактическому неравенству Луны (Лаплас).
1802 г.	Открытие семи темных линий в спектре Солнца (В. Воластон, Англия).
1808 г.	Открытие кристаллической структуры (видманштеттеновы фигуры) метеорного железа (Видманштеттен, Австрия).
1809 г.	«Теория движения небесных тел, обращающихся вокруг Солнца по коническим сечениям». Метод определения орбит по трем наблюдениям (К. Ф. Гаусс, Германия).
1813—1852 гг.	Всесторонние исследования двойных звезд, опубликованные в трех больших трудах (1827, 1837, 1952; В. Я. Струве, Россия).
1814—1815 гг.	Описание линий поглощения в солнечном спектре (Й. Фраунгофер, Германия).
1816—1855 гг.	Определение длины дуги меридиана от Ледовитого океана до Дуная (дуга Теннера — Струве)
1817 г.	Луна и планеты имеют солнечный спектр — доказательство того, что они светят отраженным светом (Фраунгофер, Германия).
1818 г.	«Фундаментальная астрономия» (Каталог 3220 звезд — обработка наблюдений Бадлея) (Ф. Бессель, Германия).
1822 г.	«Новый атлас неба», в котором впервые не было «изображений» созвездий (Гардинг, Германия).
1833 г.	Первое установление радианта метеорного потока и его периодичности (Д. Олмстед, США)
1835—1840 гг.	Первые определения параллаксов звезд (В. Я. Струве, Россия; Ф. Бессель, Германия; Г. Гендерсон, Англия).
1837 г.	Установление периодичности (33^a) метеорного потока Леонид (Г. Ольберс).
1839 г. 19 авг.	Открытие Пулковской обсерватории (первый директор В. Я. Струве)
1839 г.	Первая попытка фотографировать Луну (Л. Дагер, Франция).
1842 г.	Первое обнаружение изменяемости широт на Земле (Х. Петерс, Россия).
1843 г.	Обнаружение эффекта Доплера по смещению линий восточного и западного краев диска Солнца (Австрия).
1844 г.	Установление периодичности появления солнечных пятен (Г. Швабе, Германия).
1844 г.	Установление существования «невидимых» (тогда) спутников Сириуса и Прокциона (Ф. Бессель, Германия).
1845 г.	Открытие спиральной структуры некоторых туманностей (лорд Росс, Ирландия).
1846 г. 23 сент.	Открытие Нептуна по предвычислениям У. Леверье (Франция) (И. Галле, Германия).
1847 г.	«Этюды звездной астрономии» В. Я. Струве; обнаружение межзвездного поглощения света.
1850—1864 гг.	Начало применения фотографии в астрономии (США, Англия, Россия).

1851 г.	Маятник Фуко — прибор для наглядного показа вращения Земли (Франция).
1854 г.	Обнаружение противосияния (Т. Брорзен, Германия).
1856 г.	Изобретение химического способа серебрения зеркал астрономических рефлекторов (Ю. Либих, Германия).
1859 г.	В сочинении «О законах собственного движения звезд каталога Бадделя» М. А. Ковальский (Россия) высказал идею вращения нашей звездной системы.
1859—1862 гг.	Атлас и каталог 324 000 звезд северного неба «Боннское обозрение» (BD) (Аргеландер, Германия).
1859—1864 гг.	Открытие спектрального анализа (Р. Бунзен, Г. Кирхгоф, Германия).
1860—1863 гг.	Начало спектроскопии звезд (В. Хэггинс, Англия); первая классификация спектров звезд (А. Секки, Италия).
1860 г.	Первое успешное фотографирование короны и протуберанцев во время солнечного затмения (А. Секки, Италия; В. Деларю, Англия).
1862—1904 гг.	Изучение физической природы комет. Классификация кометных хвостов (Ф. А. Бредихин, Россия).
1864 г.	Получен эмиссионный спектр планетарной туманности в созвездии Дракона, что доказало газовую природу некоторых туманностей. Открытие зеленых эмиссионных линий в спектрах туманностей, приписанных неизвестному элементу, названному небулием (В. Хэггинс, Англия).
1866 г.	Обнаружено отсутствие астероидов с периодами в $1/2$ и $1/3$ периода обращения Юпитера (Д. Кирквуд, США).
1868 г.	Создание способа наблюдений протуберанцев Солнца вне полных затмений (Н. Локьер, Англия; П. Жансен, Франция).
1868 г.	Открытие на Солнце гелия (Локьер).
1870 г.	Первое наблюдение «спектра вспышки» (Юнг, США).
1872 г.	Получение первой фотографии звездного спектра (Г. Дрэпер, США).
1876—1884 гг.	Первые фотометрические звездные каталоги (Э. Пикеринг, США; В. К. Цераский, Россия).
1877 г.	Установление связи метеоров с кометами. Открытие «каналов» на Марсе (Д. Скиапарелли, Италия).
1877 г.	Открытие крошечных спутников Марса — Фобоса (Страх) и Деймоса (Ужас) (А. Холл, США).
1879—1881 гг.	Теория приливов. Приливная гипотеза эволюции лунной орбиты после отделения Луны от Земли (Д. Дарвин, Англия).
1881 г.	Теория рассеяния света в атмосфере (лорд Рэлей, Англия).
1884 г.	Принятие поясного времени 26 странами (конференция в США).
1885 г.	Открытие «серебристых облаков» (В. К. Цераский).
1887 г.	«Канон затмений», содержащий вычисление 8000 солнечных и 5200 лунных затмений с 208 г. до н. э. по 2163 г. н. э. (Т. Оппольцер, Австрия).
1887 г.	Первое наблюдение затмения Солнца с воздушного шара (Д. И. Менделеев, Россия).
1887 г.	Начало составления «Фотографического атласа неба» (Международная конференция в Париже).
1888 г.	«Общая теория фигуры Земли» (Ф. А. Слудский, Россия).
1888—1891 гг.	Открытие периодичности колебаний земных полюсов (С. Чандлер, США, Ф. Кюстнер, Германия).

1889 г.	Открытие спектрально-двойных звезд (А. Мори, Э. Пикеринг, США; Фогель, Шейнер, Германия).
1891 г.	Изобретение спектрогелиографа (Дж. Хэйл, США, А. Деландр, Франция).
1894 г.	Спектральное доказательство метеоритного строения колец Сатурна (А. А. Белопольский, Россия).
1894—1899 гг.	Экспериментальное доказательство принципа Доплера. Открытие изменений лучевых скоростей у цефеид (А. А. Белопольский).
1895 г.	Экспериментальное определение нижнего предела температуры Солнца (3500°) (В. К. Цераский).
1896 г.	Международное соглашение астрономов о величине параллакса Солнца $8'',80$
1896—1908 гг.	Установление зависимости формы солнечной короны от числа солнечных пятен (А. П. Ганский, Россия).
1898 г.	Первое измерение гепла от звезд (Никольс, США)
1898 г.	«Новые методы небесной механики» (А. Пуанкаре, Франция).
1900—1910 гг.	Экспериментальное доказательство давления света на пылевые и газовые частицы (П. Н. Лебедев, Россия).
1901 г.	Установление спектральной классификации звезд на Гарвардской обсерватории (А. Кэннон, США).
1903—1912 гг.	«Исследование мировых пространств реактивными приборами» (К. Э. Циолковский, Россия).
1903—1905 гг.	Определение звездной величины Солнца (Цераский).
1904 г.	Открытие стационарных линий межзвездного кальция (И. Гартман, Германия).
1905—1913 гг.	Обнаружение звезд-карликов и звезд-гигантов (Э. Герцшпрунг, Дания; Г. Рессел, США).
1908 г.	Открытие магнитного поля солнечных пятен (Дж. Хэйл, США).
1908—1910 гг.	Первые исследования лунных приливов в земной коре (А. Я. Орлов, Россия)
1909 г.	Открытие влияния вращения компонентов затменных двойных на кривую лучевых скоростей (Э. Шлезингер, США).
1909—1910 гг.	Применение светофильтров к изучению поверхности Марса, открытие избирательного (селективного) межзвездного поглощения света (Г. А. Тихов, Россия).
1910 г.	Начало фотоэлектрических наблюдений с селеновым фотоэлементом (Д. Стеббинз, США).
1910—1914 гг.	Начало разработки теории звездных атмосфер (К. Шварцшильд, Германия).
1911—1913 гг.	Диаграмма «спектр — светимость» (Герцшпрунг, Рессел).
1912 г.	Открытие зависимости «период — светимость» у цефеид (Г. Ливитт, США).
1912 г.	Первые определения лучевых скоростей галактик (В. Слайфер, США).
1913 г.	Обнаружена перемена знака полярности у солнечных пятен нового цикла (Хэйл, США).
1913 г.	Теория строения атома водорода, позволившая расшифровать серии линий в звездных спектрах (Н. Бор, Дания).
1914 г.	Пульсационная теория цефеид (Х. Шепли, США).
1914 г.	Метод определения спектральных параллаксов (абсолютных звездных величин) (В. Адамс и А. Кольшюттер, США).
1914 г.	Начало разработки теории зодиакального света (В. Г. Фесенков, Россия).

1915 г.	А. Эйнштейн показал, что в поле тяготения Солнца отклонение светового луча у края диска должно быть $1''{,}75$ (эффект Эйнштейна).
1915 г.	Сткрытие первой звезды — белого карлика (В. Адамс, США).
1916 г.	Начало теоретического исследования внутреннего строения звезд (А. Эддингтон, Англия).
1918 г.	Оценка расстояния Солнца от центра Галактики в 30 000 световых лет (Х. Шепли, США).
1919 г.	Открытие источника звездной энергии: реакция превращения водорода в гелий (Ж. Перрэн, Франция).
1919 г.	Наблюдательная проверка ссщей теории относительности Эйнштейна — обнаружение «эффекта Эйнштейна» — отклонения световых лучей в поле тяготения Солнца (А. Эддингтон).
1919 г.	Образование Международного Астрономического Союза (МАС)
1920 г.	Теория ионизации в звездных атмосферах — основа интерпретации звездных спектров (М. Саха, Индия).
1923 г.	Измерение диаметров некоторых звезд интерферометром (А. Майкельсон, США).
1923 г.	Модель мира Фридмана (А. А. Фридман, СССР).
1923—1924 гг.	Установление зависимости «масса — светимость» у звезд (Гершпрунг, Рессел, Эддингтон).
1923 г.	Открытие первого планетария Бауэрсфельда (фирма Цейсс, Германия).
1924 г.	Разрешение (разделение) на звезды галактик М 31 и М 33 (Э. Хаббл, США).
1926—1927 гг.	Изучение вращения Галактики (Б. Линдblad, Швеция; Я. Оорт, Голландия)
1927—1932 гг.	Физическая теория газовых туманностей (В. А. Амбарцумян, СССР; Х. Цанстра, Голландия).
1928 г.	Разработка метода изучения вращения звезд (Г. А. Шайн, СССР и О. Струве, США).
1929 г.	Открытие закона «красного смещения» в спектрах галактик (Хаббл).
1929 г.	Изобретение способа алюминирования зеркал распылением в вакууме (Д. Стронг, США).
1930 г.	Окончательное установление существования межзвездного поглощения света (Р. Тремплер, США).
1930 г. 13 марта	Открытие Плутона (К. Томбо, США).
1931 г.	Изобретение Б. Шмидтом (Германия) новой системы телескопа.
1931 г.	Первые фотографические наблюдения солнечной короны вне затмения (Б. Лио, Франция).
1931 г.	Открытие космического радиоизлучения на волне 15 м (радиоинженер К. Янский, США).
1932 г.	Метод определения расстояний до планетарных туманностей (Б. А. Воронцов-Вельяминов, СССР).
1936—1940 гг.	Вывод элементов советского эллипсоида Земли (Ф. Н. Красовский, СССР).
1937 г.	Теория термоядерных реакций синтеза в звездных недрах как источников звездной энергии (Г. Бете, США; К. Вейцзеккер, Германия).
1937—1940 гг.	Конструкция первого радиотелескопа (Г. Рибера, США) и обнаружение дискретных источников космического радиоизлучения.
1940 г.	Исследования изотопа углерода C^{13} в атмосферах звезд поздних спектральных классов (Г. А. Шайн, СССР).

1940—1944 гг.	Метод учета межзвездного поглощения света (П. П. Паренаго, СССР).
1941 г.	Изобретение менисковых оптических систем (Д. Д. Максutow, СССР).
1942 г.	Отождествление многих линий спектра солнечной короны с запрещенными линиями многократно ионизованных атомов Ca, Fe, Ni и некоторых других элементов (В. Эдлен, Швеция).
1942—1944 гг.	Независимые открытия радиоизлучения Солнца на волне 187 см (Саутворт, Англия; Д. Хей, Г. Рибер, США). Крабовидная туманность — остаток сверхновой звезды 1054 г. (Н. Мейолл, США; Я. Оорт, Голландия).
1943—1946 гг.	Изучение подсистем в Галактике, имеющих различный возраст, происхождение и пути их развития (Б. В. Кукаркин, СССР).
1944 г.	Разрешение на звезды ядер некоторых спиральных галактик и установление звездной природы некоторых эллиптических галактик; разделение звездного населения на два типа (В. Бааде, США).
1944 г.	Предсказание возможности существования космического радиоизлучения нейтрального водорода на волне 21 см (Х. ван де Холст, Голландия).
1945 г.	Теория точного определения фигуры реальной Земли (М. С. Молоденский, СССР).
1945 г.	Радиолокация метеоров (Хей и Стьюарт, США).
1946 г.	Радиолокация Луны (Венгрия, США). Обнаружение собственного радиоизлучения Луны.
1947 г.	Открытие интенсивных и знакопеременных магнитных полей у звезд (Гораций Бэбкок, США).
1947 г.	Открытие глобул (Б. Бок, Э. Рейли, США).
1947—1948 гг.	Открытие звездных ассоциаций (В. А. Амбарцумян, СССР).
1948 г.	Теоретическое обоснование возможности наблюдения космического радиоизлучения на волне 21 см (И. С. Шкловский, СССР).
1948 г.	Обнаружение поляризации света звезд (В. Хилтнер и Д. Холл, США; В. А. Домбровский, СССР).
1948 г.	Обнаружение с помощью приборов на ракетах рентгеновского излучения солнечной короны (Тауси, США).
1948 г.	Фотографирование ядра Галактики в инфракрасных лучах (В. Б. Никонов, А. А. Калиняк и В. И. Красовский, СССР).
1949—1953 гг.	Обнаружение большого числа новых газовых (водородных) туманностей в Галактике и в галактиках (Г. А. Шайн и В. Ф. Газе, СССР).
1949 г.	Завершение постройки крупнейшего в мире 5-метрового телескопа (США).
1951 г. 29 сент.	Открытие XII спутника Юпитера (С. Никольсон, США).
1951 г.	Открытие предсказанного теоретически радиоизлучения межзвездного водорода на волне 21 см (Х. Ивен и Э. Парселл, США, Голландия, Австралия).
1951 г.	Первые успехи электронной фотографии (А. Лальман, Франция).
1951 г.	Первые радионаблюдения спиральной структуры Галактики в эмиссии нейтрального водорода на волне 21 см (Х. Ивен, Э. Парселл, США).
1951 г.	Спиральная структура Галактики по радионаблюдениям (Я. Оорт, Голландия).
1952—1962 гг.	Пересмотр шкалы межгалактических расстояний (В. Бааде, А. Сендидж, США).

1954 г.	Начало баллонной астрономии (О. Дольфюс, Франция).
1955 г.	Открытие радиоизлучения Юпитера (Б. Бьюрке и К. Франклин, США).
1956 г.	Обнаружение радиоизлучения комет (кометы Аренда — Ролана) (США, Бельгия).
1956 г., дек.	Завершена постройка большого пулковского веерного радиотелескопа (С. Э. Хайкин, Н. Л. Кайдановский, СССР).
1957 г. 4 окт. и 3 ноября	Запуск первых в мире искусственных спутников Земли (СССР).
1957 г.	Установлен крупнейший параболический радиотелескоп 76 м (Англия).
1958—1960 гг.	Открытие радиационных поясов Земли (Д. Ван Аллен, США; С. Н. Вернов, А. Е. Чудаков и др., СССР).
1958 г.	Ядра галактик играют важную роль в эволюции галактик (В. А. Амбарцумян, СССР).
1959 г. апр.	Радиолокация Солнца (Стэнфордский ун-т, США).
1961 г. 26 апр.	Открытие космического γ -излучения (США).
1961 г., май	Первые радиолокационные определения расстояния до Венеры (Англия, СССР, США).
1961 г.	Открытие пылевых спутников Земли — пылевых облаков, находящихся близ точек либрации L_4 и L_5 (ср. с <i>тройницами</i>) (К. Кордылевский, Польша).
1963 г., начало	Открытие квазаров (М. Шмидт, США).
1963 г., сент — ноябрь	Радиолокация Юпитера на расстоянии 1200 млн. км (СССР, США).
1963 г., весна	Обнаружение первых двух источников рентгеновского излучения — Крабовидной туманности и XР-1 Sco (Х. Фридман и др., внеатмосферные исследования с ракетами, США).
1965 г.	Открытие квазаров (А. Сэндидж, США).
1965 г.	Обнаружение атмосфер на спутниках Юпитера Ио, Европе и Ганимеде (А. А. Калинин, СССР).
1965 г.	По радиолокационным наблюдениям Меркурия получено новое значение периода вращения планеты $59^d,3 \pm 2^d$ [самый большой неподвижный радиотелескоп (305 м в диаметре) Корнельского ун-та в Петенгилле (Аресибо), Пуэрто-Рико, США].
1965 г.	Обнаружение предсказанного теорией «горячей вселенной» реликтового теплового излучения $2^\circ,7\text{К}$ (А. Пензиас и Р. Вилсон, США).
1965 г. 20 июня	Фотографирование обратной стороны Луны «Зондом-3» (СССР).
1965 г. 16 июля	Открытие кратеров на Марсе (телепередача с «Маринер 4», США).
1966 г.	Открытие первого точечного источника космических лучей Лебедь CmR-1 (Д. Датни, США).
1966 г. 3 февр.	Передача по радио лунного ландшафта «Луной-9», осуществившей мягкую посадку
1966 г. июнь	Самый мощный источник рентгеновского излучения отождествлен со звездой 13^m — остатком сверхновой (в Скорпионе).
1966 г. 15 дек.	Открыт десятый спутник Сатурна, названный Янусом (О. Дольфюс, Франция).
1967 г.	Открытие первого пульсара (Э. Хьюиш, Ж. Белл и др., Англия).
1969 г.	Обнаружение радиолинии H_2O от галактического источника (А. Чеунг и др., США).

ГЛАВА I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ, ЛУНЕ, СОЛНЦЕ, СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ И ВСЕЛЕННОЙ

1. Земля

Первые астрономические явления, которые с детства знакомы каждому, это — смена дня и ночи, восход и заход Солнца. Объяснение этих явлений связано с вопросом о форме и вращении нашей Земли. На смену представлениям о плоской неподвижной Земле и «небесной тверди» пришло признание шарообразности и вращения Земли и безграничности небес. Доказательства шарообразности Земли черпались из наблюдений округлой формы края земной тени на диске Луны во время лунных затмений, из наблюдений постепенного появления или исчезновения морских судов при их приближении или удалении от берега, изменения высоты Полярной звезды при перемене широты места наблюдения, из факта расширения горизонта по мере подъема вверх. Идея шарообразности Земли возникла еще у древних греков (Пифагор, VI в. до н. э.; Парменид, VI — V вв. до н. э.; Аристотель, IV в. до н. э.), но потом оставалась в забвении более полутора тысяч лет, до времен Колумба и кругосветных путешествий XVI в.

Размеры земного шара впервые были определены около 240 г. до н. э. Эратосфеном (276—194 гг. до н. э.) в Александрии. Он нашел, что в день летнего солнцестояния в Сиене (южный Египет) Солнце в полдень проходит через зенит, а в Александрии — на расстоянии $1/50$ окружности ($7^{\circ},2$) от него. Расстояние между этими городами, расположенными приблизительно на одном меридиане, составляло 5000 греческих стадий. Следовательно, полная окружность равна 250 000 стадий, а радиус земного шара $R=40\,000$ стадий. Принимая наиболее вероятную длину стадии равной 160 м, получаем $R=6400$ км. Современные определения дают $R=6378$ км. Однако форма Земли отличается от шара (стр. 34).

Вращение земного шара самым естественным образом объясняет смену дня и ночи, восход и заход светил. Можно привести следующие доказательства вращения Земли вокруг своей оси: поворот с течением времени плоскости качаний маятника Фуко относительно окружающих

его предметов во всех местах земного шара, кроме его экватора, сплюснутость Земли, обнаруживаемая из градусных измерений, отклонение падающих тел к востоку, размыв правых берегов рек, текущих в северном полушарии Земли, и левых — в южном полушарии (закон



Рис. 1. Фотография Земли с космического летательного аппарата «Зонд-5», сделанная с расстояния около 90 тыс. км в 12 час 8 мин по московскому времени 21 сентября 1968 г.

Бэра), северо-восточные пассаты в северном полушарии Земли и юго-восточные — в южном, круговые движения в циклонах (против часовой стрелки в северном и по часовой стрелке — в южном полушариях Земли; обратные этим движения в антициклонах), изменение силы

тяжести с широтой (частично объясняемое сплюснутостью Земли) и т. д.*).

Некоторые греческие ученые догадывались и о годовом движении Земли вокруг Солнца. Аристарх Самосский еще в III в. до н. э. считал, что Земля обращается вокруг Солнца. Однако эта идея также оставалась в забвении полторы тысячи лет. Следующие явления можно назвать доказательствами обращения Земли вокруг Солнца: годичный параллакс звезд, годичную абберацию звезд и смещение линий в спектрах звезд с периодом в один год**).

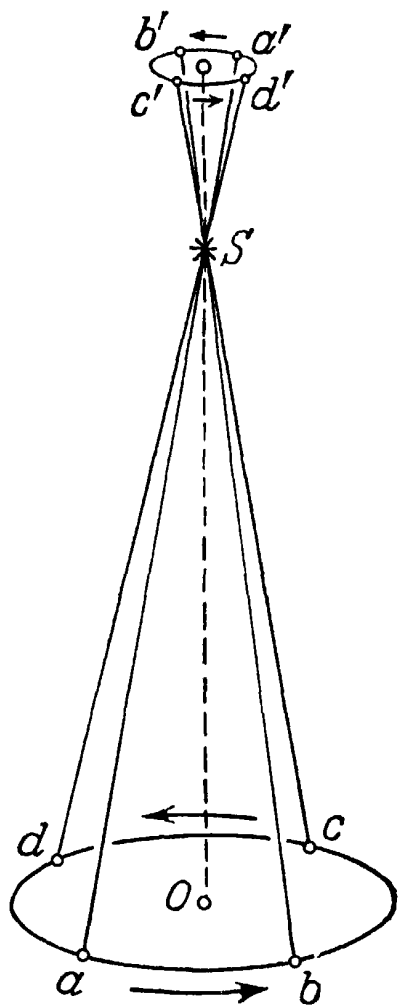


Рис 2 Влияние параллакса на положение звезды близ полюса эклиптики (параллаксы звезд меньше $1''$).

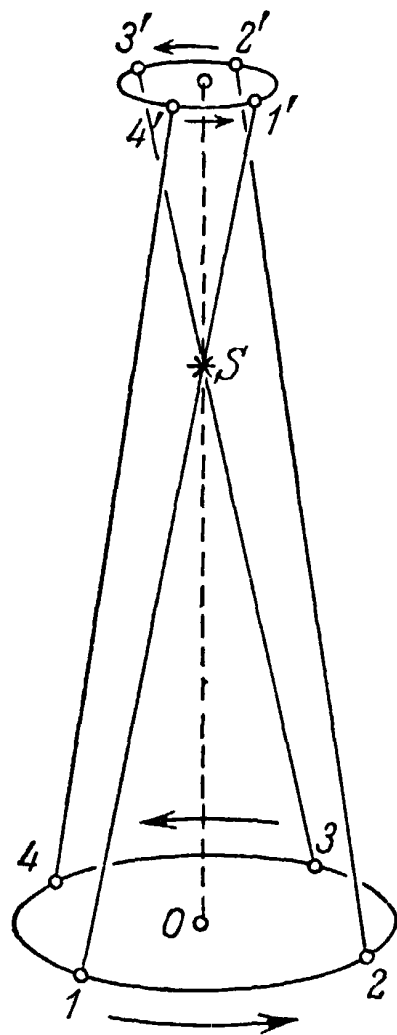


Рис 3 Влияние абберации на положение звезды близ полюса эклиптики

Годичное движение Земли перемещает наблюдателя и этим вызывает видимое смещение более близких звезд относительно более далеких. В течение года близкие звезды описывают на небе *параллактические эллипсы* (рис. 2). Большая ось такого эллипса всегда параллельна плоскости земной орбиты, т. е. плоскости эклиптики (см. стр. 224), а величина оси зависит от расстояния звезды (чем меньше расстояние, тем она больше); величина малой оси зависит, кроме того, и от углового расстояния звезды от плоскости земной орбиты, т. е. от астрономической широты звезды. Годичные параллаксы звезд (см. стр. 127) меньше $1''$. Самая близкая к нам звезда имеет параллакс $0'',76$.

*) При точных астрономических наблюдениях можно обнаружить такие связанные с вращением Земли явления, как суточная абберация звезд, суточный параллакс Луны; из измерений положений спектральных линий — суточные колебания лучевых скоростей звезд и т. д.

**) К этому можно еще добавить периодичность изменения периодов затменных звезд и аналогичные изменения в моментах наступления затмений спутников Юпитера.

Годичное движение Земли вызывает, кроме того, абберационное смещение звезд; все звезды описывают за год *абберационные эллипсы*, большие оси которых всегда равны $41''$ и параллельны эклиптике, а величины малых осей зависят от астрономической широты звезды (рис. 3). Это абберационное смещение является результатом сложения движения Земли по ее орбите (в среднем со скоростью $29,8 \text{ км/сек}$) с движением света (скорость около $300\,000 \text{ км/сек}$), идущего от звезды. В каждый данный момент звезда смещается в направлении движения Земли, к так называемому *апексу* орбитального движения Земли. Этот апекс всегда лежит в плоскости земной орбиты приблизительно под прямым углом к Солнцу на запад от него.

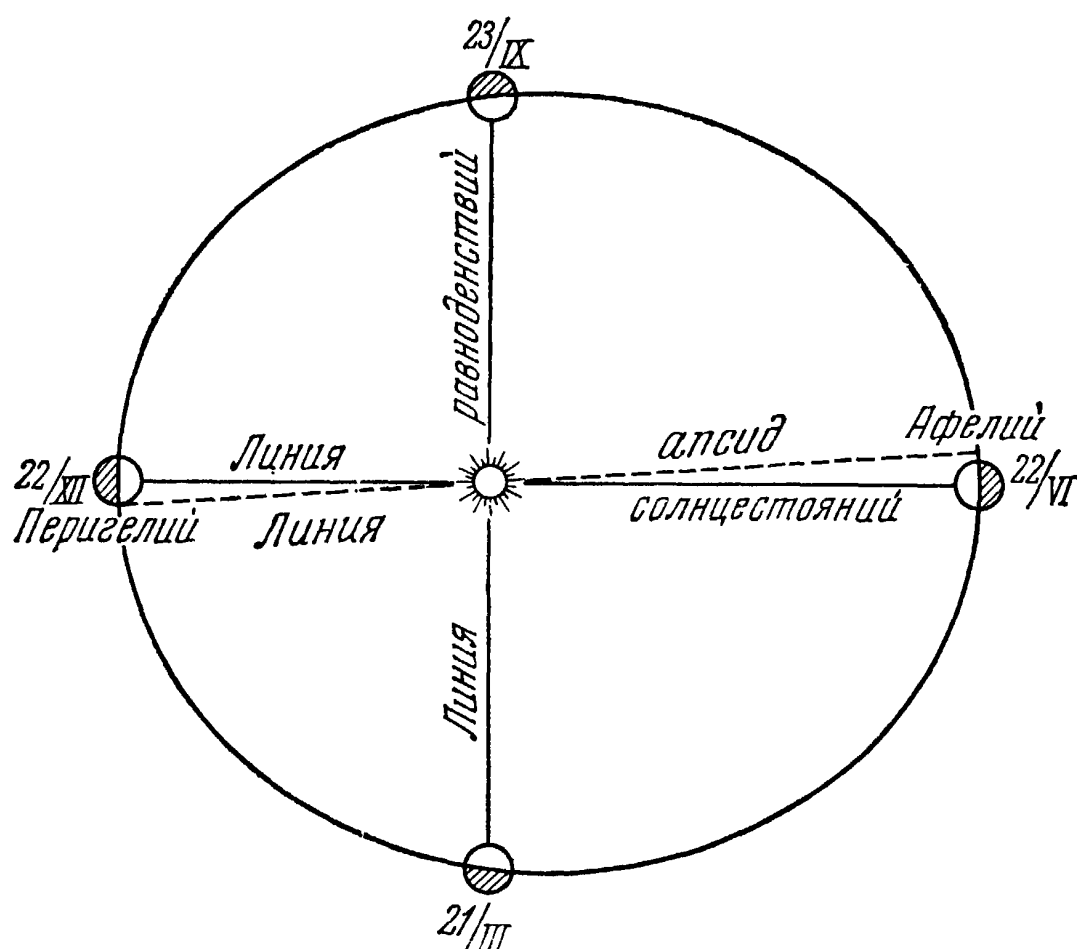


Рис. 4. Земля обращается вокруг Солнца по эллипсу.

Годичное движение Земли вызывает также периодическое смещение линий в спектрах звезд. Наибольшее смещение линий к красному концу спектра, которое согласно принципу Доплера (стр. 268) означает наибольшую скорость удаления от звезды, бывает в тот момент, когда геоцентрическая долгота (стр. 226) звезды на 90° больше долготы Солнца, наибольшее смещение к фиолетовому концу — при долготе звезды, на 90° меньшей долготы Солнца.

Пренебрегая влиянием притяжения Луны на Землю, можно сказать, что Земля движется вокруг Солнца по эллипсу (рис. 4) с эксцентриситетом $0,16724$ (около $1/60$)*). Солнце находится в одном из фокусов эллипса земной орбиты**). Расстояние Земли от Солнца изменяется

*) Эксцентриситет земной орбиты уменьшается теперь на величину $0,000042$ в столетие. Через 24 тысячи лет он станет равным $0,003$, а затем в течение 40 тысяч лет будет увеличиваться до значения $0,077$.

**) Точнее, фокус земной орбиты (если пренебречь существованием всех остальных планет) находится на расстоянии 417 км от центра Солнца по направлению к Земле.

в течение года на 2,5 млн. км в обе стороны от среднего значения (на $\pm 1,6\%$).

Строго же говоря, вокруг Солнца движется центр тяжести системы Земля — Луна, так называемый *барицентр*; вокруг этого центра Земля и Луна описывают в течение месяца свои орбиты (рис. 12). Движение Земли вокруг барицентра с периодом в один месяц вызывает периодические колебания в долготах и широтах Солнца и планет. Точное определение амплитуды этих колебаний дает возможность определить расстояние центра Земли от барицентра (барицентр находится на расстоянии 4672 км от центра Земли по направлению к Луне, т. е. приблизительно на 1700 км под поверхностью Земли) и отсюда найти отношение массы Луны к массе Земли.

По радиолокационным наблюдениям последних лет среднее расстояние Земли от Солнца равно 149 600 000 км (1 *астрономическая единица* — а. е.).

Эта фундаментальная в астрономии величина выводилась раньше из определений *солнечного параллакса*. *Горизонтальным параллаксом* Солнца называется угол, под которым на расстоянии Земли от центра Солнца был бы виден экваториальный радиус Земли. Одним из ранних методов измерения солнечного параллакса было наблюдение из разных пунктов на Земле явления прохождения Венеры или Меркурия по диску Солнца (стр. 252). Много раз он определялся из измерений параллаксов малых планет с хорошо изученным движением вокруг Солнца. Радиолокационные наблюдения (в СССР и в США) Венеры и Марса позволили уточнить расстояние до Солнца и, следовательно, солнечный параллакс. Параллакс Солнца равен $8'',794$. Аналогичный угол для Луны (горизонтальный или, иначе, *суточный параллакс*) составляет в среднем $57'$. Для планет он меньше $1'$. Для ближайшей звезды соответственный угол составляет всего $0'',00003$.

Полный оборот вокруг Солнца Земля совершает в течение 365,25636 суток ($365^d 6^h 9^m 10^s$). Это так называемый *звездный*, или *сидерический год*.

Средний промежуток времени от одного весеннего равноденствия до следующего, называемый *тропическим годом* (см. стр. 241) равен 365,2422 средних суток ($365^d 5^h 48^m 46^s$ *).

Самая близкая к Солнцу точка орбиты любой планеты называется *перигелием* (для Земли расстояние перигелия от Солнца 147 117 000 км), самая далекая — *афелием* (для Земли — 152 083 000 км). Их соединяет *линия апсид*, совпадающая с большой осью эллипса планетной орбиты. Положение линии апсид определяется гелиоцентрической долготой перигелия. В 1960 г. долгота перигелия земной орбиты была близка к 102° . Вследствие медленного вращения линии апсид долгота перигелия возрастает на $61'',9$ в год. Полный тропический оборот линия апсид делает в 20 934 года. Сидерический период — 111 270 тропических лет. В настоящую эпоху Земля проходит через перигелий

*) Вследствие возмущающего влияния притяжения других планет, главным образом Юпитера и Сатурна, величина тропического года подвержена колебаниям в несколько минут. Кроме того, средняя продолжительность тропического года уменьшается на $0^s,53$ в сто лет.

2—5 января, а через афелий 1—5 июля *). Скорость движения Земли различна в разных частях орбиты. Средняя скорость движения Земли по ее орбите около 30 км/сек, или 100 000 км/час; на длину своего поперечника Земля продвигается за семь минут. Среднее ускорение движения Земли (всегда направленное к Солнцу) составляет 0,59 см/сек².

Плоскость земного экватора наклонена на 23°27' к плоскости земной орбиты, причем земная ось стремится сохранить неизменным свое направление в пространстве, указывая всегда на северный полюс мира, находящийся вблизи Полярной звезды. Наклон оси вращения Земли и постоянство ее направления являются причиной смены *времен года* на Земле. Продолжительность времен года зависит от эксцентриситета земной орбиты и от расположения линии апсид.

Продолжительность астрономических времен года в эпоху около 1950 г. следующая:

весна — от весеннего равноденствия до летнего солнцестояния —
 $92^{\text{д}},795 = 92^{\text{д}}19^{\text{ч}}$,
 лето — от летнего солнцестояния до осеннего равноденствия —
 $93^{\text{д}},629 = 93^{\text{д}}15^{\text{ч}}$,
 осень — от осеннего равноденствия до зимнего солнцестояния —
 $89^{\text{д}},806 = 89^{\text{д}}19^{\text{ч}}$,
 зима — от зимнего солнцестояния до весеннего равноденствия —
 $89^{\text{д}},012 = 89^{\text{д}}00^{\text{ч}}$.

Таким образом, весна и лето в нашем полушарии продолжаются около $186^{\text{д}},4 = 186^{\text{д}}10^{\text{ч}}$, а осень и зима — $178^{\text{д}},8 = 178^{\text{д}}20^{\text{ч}}$. За начало астрономических времен года принимают моменты прохождения центра Солнца через соответственные точки равноденствий и солнцестояний.

Из градусных измерений было получено, что длина одного градуса широты у экватора равна 110,6 км, а у полюсов — 111,7 км. Это приводит к заключению о том, что истинная форма Земли близка к *сфероиду* **). Экваториальный радиус этого сфероиды $a = 6378,142$ км, а полярный $b = 6356,757$ км; разность их $a - b = 21,385$ км. Изучение движения искусственных спутников Земли позволило определить, что южный полюс на 30 м ближе к центру, чем северный.

Сплюснутость земного сфероиды характеризуется отношением разности экваториального a и полярного b радиусов к экваториальному. Это отношение очень мало:

$$\alpha = \frac{a - b}{a} = \frac{1}{298,255},$$

что составляет около 0,3%, в то время как сплюснутость Юпитера около 6%. Если построить модель Земли с экваториальным диаметром, равным 1 м, то полярный диаметр будет равен 997 мм, т. е. их

*) Так как барицентр не движется строго по эллипсу вследствие притяжения планетами Земли (и Солнца; рис. 40), то самое близкое и самое далекое от Солнца расстояние не приходится всегда на одни и те же дни года.

**) Сфероид, с точностью до членов порядка сплюснутости совпадает с эллипсоидом — пространственной фигурой, получающейся при вращении эллипса вокруг его малой оси.

различие на глаз неощутимо *). Точнейшие геодезические измерения, наблюдения ИСЗ и данные *гравиметрии* **) приводят к более точному представлению о фигуре Земли, к понятию о так называемом *геоиде* ***). Геоид не является правильной геометрической фигурой; за поверхность геоида принимается некоторая поверхность, в каждой точке перпендикулярная к линии отвеса (уровенная поверхность). Эта поверхность приблизительно совпадает с невозмущенной приливами поверхностью океанов и мысленно продолжается на части Земли, занятые материками ****). От поверхности геоида отсчитывают высоты различных точек на Земле, когда указывают «высоту над уровнем моря» *****).

Сплюснутость Земли создает некоторое осложнение при определении широт на ее поверхности. Угол при центре Земли между плоскостью экватора и направлением в данную точку поверхности (рис. 5) называется геоцентрической широтой места φ' .

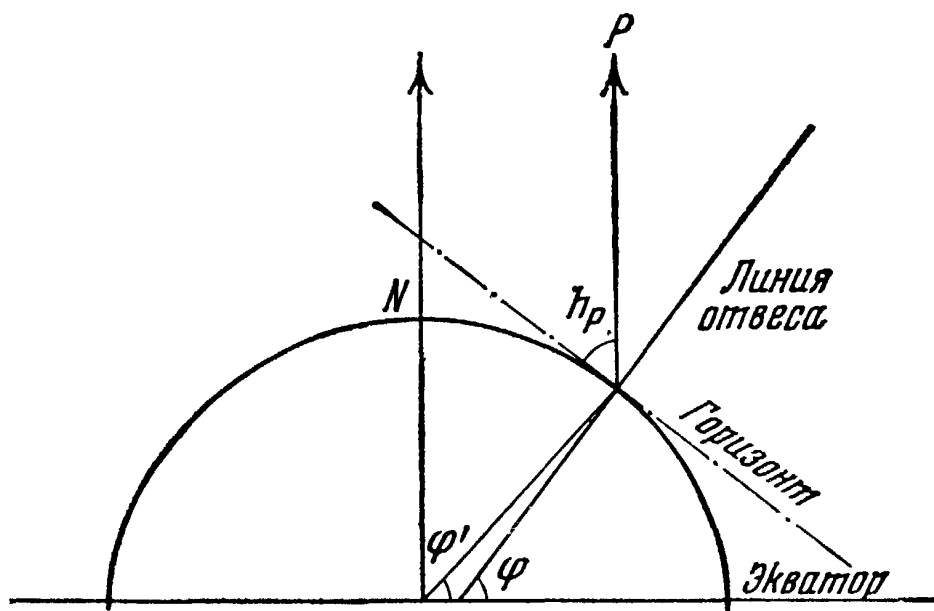


Рис. 5. Разность астрономической и геоцентрической широт.

Астрономическая широта φ есть угол между отвесной линией и плоскостью экватора и равна высоте полюса над горизонтом h_p . Разность $\varphi - \varphi'$ является функцией φ ; она равна нулю для экватора и полюсов и достигает максимума, равного $11'33''$, при $\varphi = \pm 45^\circ$. Разность $\varphi - \varphi'$ наряду с длиной одного градуса, одной минуты и одной секунды меридиана и параллели для разных широт дана в табл. 12.

Вследствие неоднородности внутреннего строения земной шар не занимает неизменного положения относительно своей оси вращения. Поэтому полюсы Земли описывают на ее поверхности сложные линии

*) Последующие точные исследования привели к представлению о том, что земной экватор также не круг, а эллипс, т. е. что Земля является как бы трехосным эллипсоидом. Большая полуось экватора на 213 м больше его малой полуоси и направлена к долготе 7° к западу от Гринвича. Обнаружены и другие неправильности формы Земли.

**) Гравиметрия — наука о гравитационном поле Земли. Гравиметристы измеряют ускорение силы тяжести на земной поверхности и изучают на основе этих измерений фигуру Земли, а также гравиметрические аномалии, свидетельствующие об особенностях строения тела Земли и, в частности, о залегании полезных ископаемых. Ускорение силы тяжести на поверхности любого небесного тела $g = f \frac{M}{R^2}$, где f — постоянная тяготения (стр. 255), M и R — масса и радиус, выраженные в единицах массы и радиуса Земли (для планет) или в солнечных единицах (для звезд).

***) Геоид — по-гречески земноподобный.

****) Например, по воображаемым каналам, прорытым сквозь все материки от одного океана до другого.

*****) Практически средний за много лет уровень, отмечаемый на футштоке водомерного поста, принимается за нуль шкалы глубин и высот. В СССР — это нуль Кронштадтского футштока.

(рис. 6), впрочем, в течение десятилетий не выходявшие за пределы квадрата со стороной $0'',8$, что соответствует 25 м. Полюс принимает участие в двух основных движениях: одно совершается по кругу радиусом 4,5 м в течение 427^d (оно связано с периодом так называемых собственных колебаний земного шара), другое совершается по вытянутому эллипсу с большой полуосью 5 м и периодом в один год (оно связано с сезонными явлениями на Земле). 70-летние наблюдения

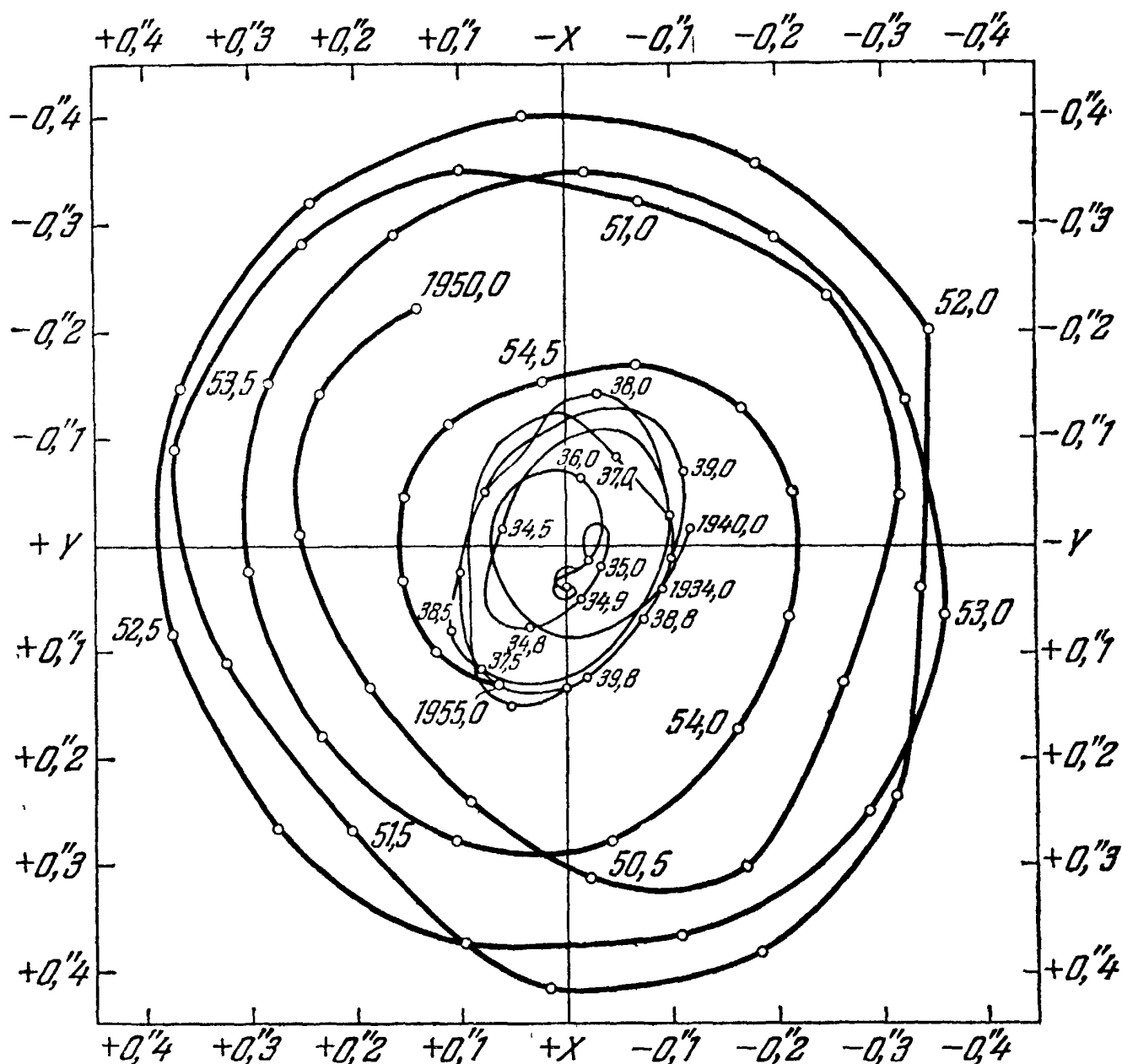


Рис 6. Движение Северного полюса Земли с 1934 по 1940 г. (минимальные колебания полюса) и с 1950 по 1955 г. (максимальные колебания полюса) Сводка К. А. Куликова

Международной Службы широты *) позволили заметить периодические (период около 42 лет) изменения амплитуды колебания полюса. Начиная с 1950 г., неожиданно для специалистов, кривая, описываемая северным полюсом Земли, превысила указанные пределы (рис. 6)**). Причины нарушения установившегося равновесия еще не ясны.

*) Международные широтные станции расположены на северной широте $39^\circ 8'$ в следующих местах: Мицузава (Япония) $141^\circ 8'$ вост. долг., Китаб (СССР) $66^\circ 53'$ вост. долг., Карлофорте (Италия) $8^\circ 19'$ вост. долг., Гейтерсбург (США) $77^\circ 12'$ зап. долг., Цинциннати (США) $84^\circ 25'$ зап. долг., Юкайя (США) $123^\circ 13'$ зап. долг. Кроме того, в изучении движений полюсов принимает участие ряд крупных обсерваторий мира, в СССР, например, Пулковская, Полтавская, ГАИШ и другие, а также ряд широтных станций южного полушария (см «Изменяемость широт и долгот» К. А. Куликова).

**) И в этом случае площадь полученного квадрата в 12 раз меньше площади большого футбольного поля.

Земная ось принимает участие еще в двух движениях — прецессионном (стр. 241) и нутационном (стр. 243).

Вследствие вращения Земли каждая точка экватора имеет линейную скорость 465 м/сек. На широте φ линейная скорость равна $465 \cos \varphi$ м/сек. Развивающаяся в силу этого центробежная сила уменьшает силу тяжести на земной поверхности. На экваторе центробежная сила составляет 1/289 часть силы тяжести. Реально это отношение достигает 1/190, что объясняется сплюснутостью Земли.

Сплюснутость Земли и ее вращение приводят к тому, что нормальное для данной широты φ ускорение силы тяжести g_φ имеет следующее приближенное выражение:

$$g_\varphi = g_0 + (g_{90} - g_0) \sin^2 \varphi,$$

где $g_0 = 978,0$ см/сек²; $g_{90} - g_0 = 5,3$ см/сек². Лишь одна треть этой разности объясняется сплюснутостью Земли. Более строгая формула дает

$$g_\varphi = 978,049 (1 + 0,005288 \sin^2 \varphi - 0,000006 \sin^2 2\varphi).$$

Иногда ускорение силы тяжести выражают в единицах, носящих название *гал* (в честь Галилея). Гал равен 1 см/сек². Предел точности современных определений величины ускорения силы тяжести $\pm 0,3$ микрогала. Таким образом, ускорение силы тяжести определяется с точностью приблизительно до одной трети миллиардной доли своей величины. Оно уменьшается на 0,3086 мгл на 1 м высоты до нескольких сотен км.

Наши представления о внутреннем строении и физическом состоянии недр земного шара основаны на разнообразных данных, среди которых существенное значение имеют данные сейсмологии *). Изучение распространения в земном шаре упругих волн, возникающих при землетрясениях или при мощных взрывах, позволило открыть и изучить слоистое строение земных недр.

Земной шар (рис. 7) имеет раскаленное ядро, однако тепло, которое каждый сантиметр поверхности Земли получает от ее недр, в 5000 раз меньше тепла, получаемого от Солнца. При углублении на каждые 33 м внутрь земной коры температура повышается в среднем на один



Рис. 7. Внутреннее строение Земли.

*) Сейсмология — наука о землетрясениях и законах распространения упругих волн в земном шаре.

градус. Этот *геотермический градиент* зависит от места на Земле; он оказывается равным 20 м на о-ве Борнео, 30—35 м в средней Европе, 40—45 м Северной Америке. Можно предполагать, что это повышение температуры происходит лишь в сравнительно тонком слое земной коры (не глубже 100 км), в котором находятся радиоактивные вещества. Распад атомов радиоактивных элементов и превращение их в атомы других элементов сопровождаются выделением тепла. Ядро же Земли имеет температуру 2000—4000°. Однако при такой температуре упругость внутренних частей ядра, находящихся под давлением (до 3½ млн. атмосфер) вышележащих слоев, в 2½ раза больше упругости стали. При этих условиях вещество в ядре Земли находится в особом «металлическом» состоянии *). Плотность в центре Земли около 17 г/см³. Средняя плотность Земли (5,52) приблизительно вдвое больше плотности поверхностных ее слоев (2,7).

Толщина земной коры (в которую входят осадочные породы, гранит, базальт), вплоть до основания базальтов в разных районах земного шара, составляет от 30 до 60 км (средняя плотность 2,7—2,8 г/см³). Толщина земной коры в океанах меньше — 4—8 км (т. е. в 3—10 раз тоньше, чем у континентов). Нижняя граница земной коры называется *границей Мохоровичича*. Таким образом, в океанах она залегает на глубине всего 10—15 км!

Под корой, до глубины 2900 км, расположена мантия, или оболочка. Глубже находится ядро. Вопрос о существовании многих границ

Т а б л и ц а I

Химический состав Земли

Земля в целом		Атмосфера, гидросфера и литосфера	
элемент	% по весу	элемент	% по весу
Железо Fe	39,76	Кислород O	49,42
Кислород O	27,71	Кремний Si	25,75
Кремний Si	14,53	Алюминий Al	7,51
Магний Mg	8,69	Железо Fe	4,70
Никель Ni	3,46	Кальций Ca	3,39
Кальций Ca	2,32	Натрий Na	2,64
Алюминий Al	1,79	Калий K	2,40
Сера S	0,64	Магний Mg	1,94
Натрий Na	0,38	Водород H	0,88
Хром Cr	0,20	Титан Ti	0,58
Калий K	0,14	Хлор Cl	0,188
Фосфор P	0,11	Фосфор P	0,120
Марганец Mn	0,07	Марганец Mn	0,09
Углерод C	0,04	Углерод C	0,087
Титан Ti	0,02	Сера S	0,06
Остальные элементы	0,14	Остальные элементы	0,26

*) Водород, перейдя под действием большого давления в «металлическое» состояние, приобретает плотность, равную единице.

раздела слоев разной плотности в толще Земли в настоящее время подвергается пересмотру. Вероятно, что, помимо границы, залегающей на глубине 2900 км, где плотность скачком меняется от 5,7 до 9,3, имеется еще лишь одна граница, на глубине 5000 км, где происходит новое резкое изменение плотности (от 11,1 до 17).

Химический состав всей Земли в целом и средний состав атмосферы, гидросферы и каменной оболочки — *литосферы* — дан в табл. I.

Согласно последним данным советских ученых, использовавших для оценки возраста самых древних пород земной коры самопроизвольный распад стронция и аргона с выделением изотопов рубидия-87 и калия-40, этот возраст не менее 3—4 миллиардов лет. Ураново-свинцовый метод (образование изотопа свинца Pb-206) давал оценку $5,4 \cdot 10^9$ лет. Возраст Земли как планеты, естественно, больше.

Земной шар представляет собой магнит, причем магнитная ось Земли наклонена на угол $11^\circ,5$ к оси вращения. Она проходит на расстоянии около 1200 км от центра Земли; магнитный полюс, находящийся в северном полушарии Земли, имеет координаты 76° N и 102° W; другой полюс: 68° S и 145° E. Напряженность магнитного поля на поверхности Земли зависит от места наблюдения и от времени. При отсутствии возмущений (от Солнца) на северном магнитном полюсе она редко превышает 0,6 эрстед*), на южном 0,7, а на магнитном экваторе 0,3 эрстеда.

Земная атмосфера. Воздушный океан, окружающий Землю, — ее атмосфера, — является ареной, на которой разыгрываются разнообразные метеорологические явления. Для астрономов атмосфера является скорее помехой в наблюдательных работах, хотя некоторые явления, относящиеся к астрономии, протекают в атмосфере (например, вспышки метеоров). Воздух рассеивает солнечные лучи, причем это рассеяние возрастает с уменьшением длины волны. Для видимого спектра большее рассеяние сине-зеленых лучей обуславливает голубой цвет неба и не дает возможности наблюдать звезды днем**). В силу этого же Солнце и Луна близ горизонта (перед закатом и после восхода) бывают красного или оранжевого цвета. Излучение с длиной волны короче 290 мкм полностью поглощается слоями озона (O_3), находящимися на высотах до 45 км (максимум плотности на высоте 21 км). Общая толщина слоя озона, приведенного к нормальным условиям (т. е. давлению 760 мм ртутного столба и температуре 0°), составляет всего около 3 мм (меняется в течение года от 2,35 до 3,60 мм). Он предохраняет живую природу от губительного действия далеких ультрафиолетовых и других коротковолновых излучений, интенсивность которых в спектре Солнца весьма велика. С помощью лазера (на 3-дюймовом телескопе; отраженный луч принимался на 12-дюймовом телескопе) открыто два пояса частиц, взвешенных в атмосфере:

*) Эрстед — единица напряженности магнитного поля, при которой сила действия поля на единицу магнитной массы равна одной дине.

**) Рассеяние света молекулами воздуха и мелкими пылинками (меньше 10^{-5} см в диаметре) подчиняется закону λ^{-4} (закон Рэлея).

один на высоте 80 км (местонахождение серебристых облаков), второй — выше 115 км — в области, где распадаются метеориты.

Атмосфера рассеивает не только коротковолновое излучение небесных светил, но и не пропускает к нам значительную часть космического радиоизлучения. Радиоволны длиной больше 30—15 м отражаются ионосферой (см. ниже), а короче 3 см — поглощаются водяным паром. Кроме того, атмосфера значительно ослабляет, а также преобразует поток частиц высокой энергии (от 10^9 до 10^{18} эв), идущий к нам из космоса (так называемые первичные космические лучи). Таким образом, земная атмосфера — это своеобразный экран, защищающий

поверхность Земли от непосредственного воздействия космоса.

Поглощая и рассеивая свет небесных светил, атмосфера уменьшает их блеск, причем поглощение возрастает при увеличении толщи воздуха, проходимой лучами *). Толща увеличивается при возрастании зенитного расстояния z (в первом приближении пропорционально $\sec z$). Поэтому при сравнении блеска небесных светил, находящихся на

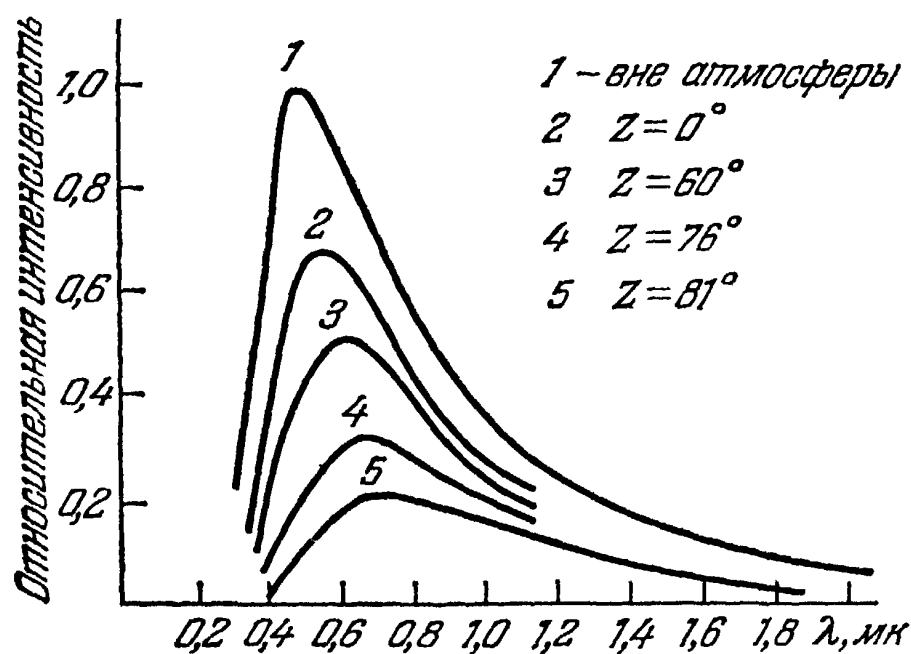


Рис. 8. Распределение энергии в спектре Солнца в зависимости от зенитного расстояния.

разных зенитных расстояниях, надо учитывать различие в поглощении света (табл. 67 на стр. 558). Поглощение в совершенно чистой атмосфере составляет в зените $0^m,21$ в визуальных лучах и $0^m,44$ — в фотографических. Распределение энергии в спектре Солнца при изменении его z показано на рис. 8.

Атмосфера вызывает также преломление лучей — рефракцию, которая влияет на положение светила на небе и заметным образом искажает форму Солнца и Луны у горизонта. Об учете рефракции см. стр. 226 и табл. 68.

Свойства земной атмосферы до высоты в 40 км изучены с помощью самопишущих метеорологических приборов, поднимаемых шарами-зондами; разнообразные метеоприборы и спектральные аппараты поднимались до высот почти в 500 км специальными метеорологическими и геофизическими ракетами; наконец, в самые последние годы исключительно богатая информация о состоянии верхних слоев атмосферы получается с искусственных спутников Земли и космических ракет (см. ниже). Кроме того, высокие слои атмосферы исследуются разными косвенными методами (наблюдения метеоров, метеорных следов, серебристых облаков, полярных сияний, изучение свечения ночного неба, сумеречных явлений, лунных затмений), а также при помощи

*) Ослабление световых потоков в земной атмосфере в результате комбинированного действия рассеяния и поглощения называется атмосферной экстинкцией.

радиолокации (изучение ионизованных областей, преломляющих и отражающих радиоволны).

Данные о земной атмосфере до 130 км представлены на рис. 9. Показаны изменения давления и температуры T °С с высотой H в км, высоты различных облачных образований, области полярных сияний и полета метеоров. По горизонтали рисунок охватывает дугу меридиана в 1° . В масштабе рисунка центр Земли отстоит от изображенной

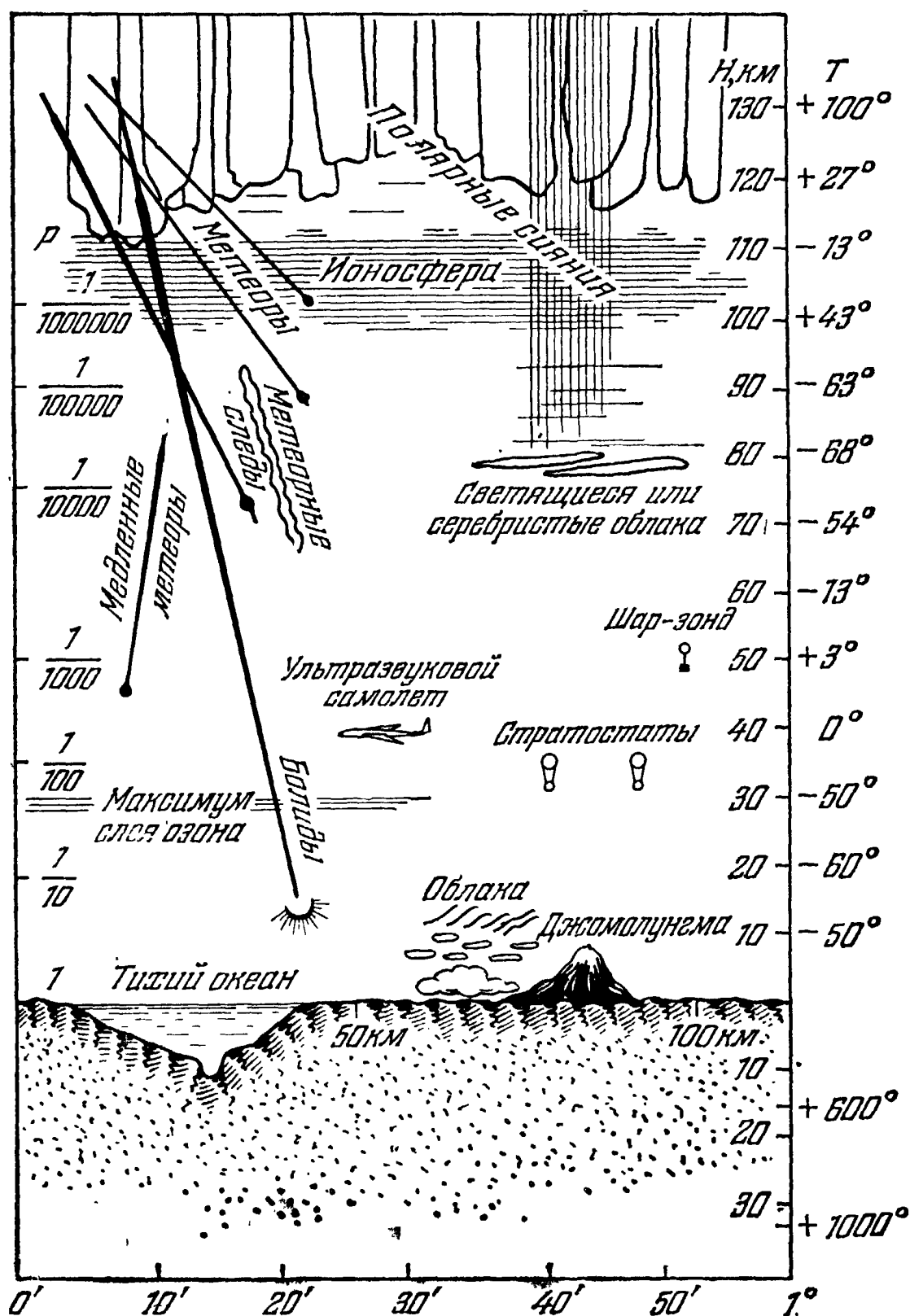


Рис. 9. Литосфера и атмосфера Земли.

части поверхности на расстоянии 4,2 м. Показаны также наибольшие высоты гор и глубины океанов.

На рис. 10 показаны современные данные о плотности воздуха и температуре на больших высотах, полученные при помощи шаров-зондов и ракет. Для поверхности Земли ($H=0$) средняя годовая температура $+15^\circ$, плотность атмосферы (число молекул или атомов) $2,55 \cdot 10^{19}$ в 1 см^3 или $1,22 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$ (табл. 11 на стр. 395).

Т а б л и ц а II

Состав сухого воздуха земной атмосферы

Элемент или молекула	Молек вес	% по объему	% по весу
Азот N ₂	28,02	78,09	75,53
Кислород O ₂	32,00	20,95	23,14
Аргон Ar	39,94	0,93	1,28
Углекислый газ CO ₂	44,01	0,030	0,045
Неон Ne	20,18	0,0018	0,0012
Гелий He	4,00	0,00053	0,000073
Метан CH ₄	16,05	0,00015	0,000084
Криптон Kr	83,7	0,0001	0,003
Закись азота N ₂ O	44,02	0,00005	0,000008
Водород H ₂	2,02	0,00005	0,000003
Озон O ₃	48,0	0,00004	0,00007
Ксенон Xe	131,3	0,000008	0,00004

В основном земная атмосфера состоит из азота и кислорода. В табл. II дано процентное содержание химических элементов, составляющих атмосферу Земли. Вследствие перемешивания воздуха конвективными токами *) и ветрами, состав атмосферы почти не меняется до высоты в 100—150 км. Выше обнаруживается изменение состава атмосферы: количество тяжелых инертных газов резко падает, а молекулярные азот и кислород заменяются атомарными. От высоты 480 км и выше преобладает атомарный кислород, с 800 км преобладает гелий, а с 1600 км — водород. Как было сказано, до высоты 45 км находятся слои озона O₃. Кроме того, обнаружено наличие в земной атмосфере молекул N₂O, N₂O₅ и ND **). Помимо этого, в воздухе всегда находится вода во всех трех своих состояниях — газообразном (водяной пар), жидком (облака, туман и дождь) и твердом (кристаллики льда), а также минеральная и органическая пыль (так называемые аэрозоли). Содержание водяных паров в воздухе колеблется от 0,05 до 4%, в среднем 0,3%.

Атмосферу Земли условно делят на пять слоев: *тропосферу, стратосферу, мезосферу, ионосферу и экзосферу*. Некоторые из этих слоев частично перекрываются. Тропосфера начинается от поверхности земли или моря; верхняя ее граница в средних широтах находится на высоте 9—10 км зимой и 10—12 км летом, а в экваториальной зоне поднимается до 15—17 км. Тропосфера характеризуется постепенным убыванием температуры с высотой; состояние тропосферы определяет погоду на поверхности Земли. В тропосфере содержится около 80% массы всей атмосферы, почти вся вода и пыль, взвешенные в атмосфере. Тонкий слой на границе между тропосферой и стратосферой

*) То есть связанными с переносом тепла, иначе говоря, с вертикальными токами воздуха, происходящими от нагревания почвы.
 **) D обозначает тяжелый водород ¹H² (дейтерий) с атомным весом 2. У обычного водорода (H) атомный вес равен 1.

называется *тропопаузой*. Стратосфера распространяется от 12—15 км до 35—40 км, где находится *стратопауза*, выше которой располагается *мезосфера* (35—80 км). Стратосфера характеризуется почти постоянной температурой -55° . В мезосфере температура сначала возрастает до 0°C , а затем падает до -68°C .

На высоте 80 км находится *мезопауза* — слой наименьшей температуры. Выше мезосферы (немного даже захватывая ее) — от 60 до

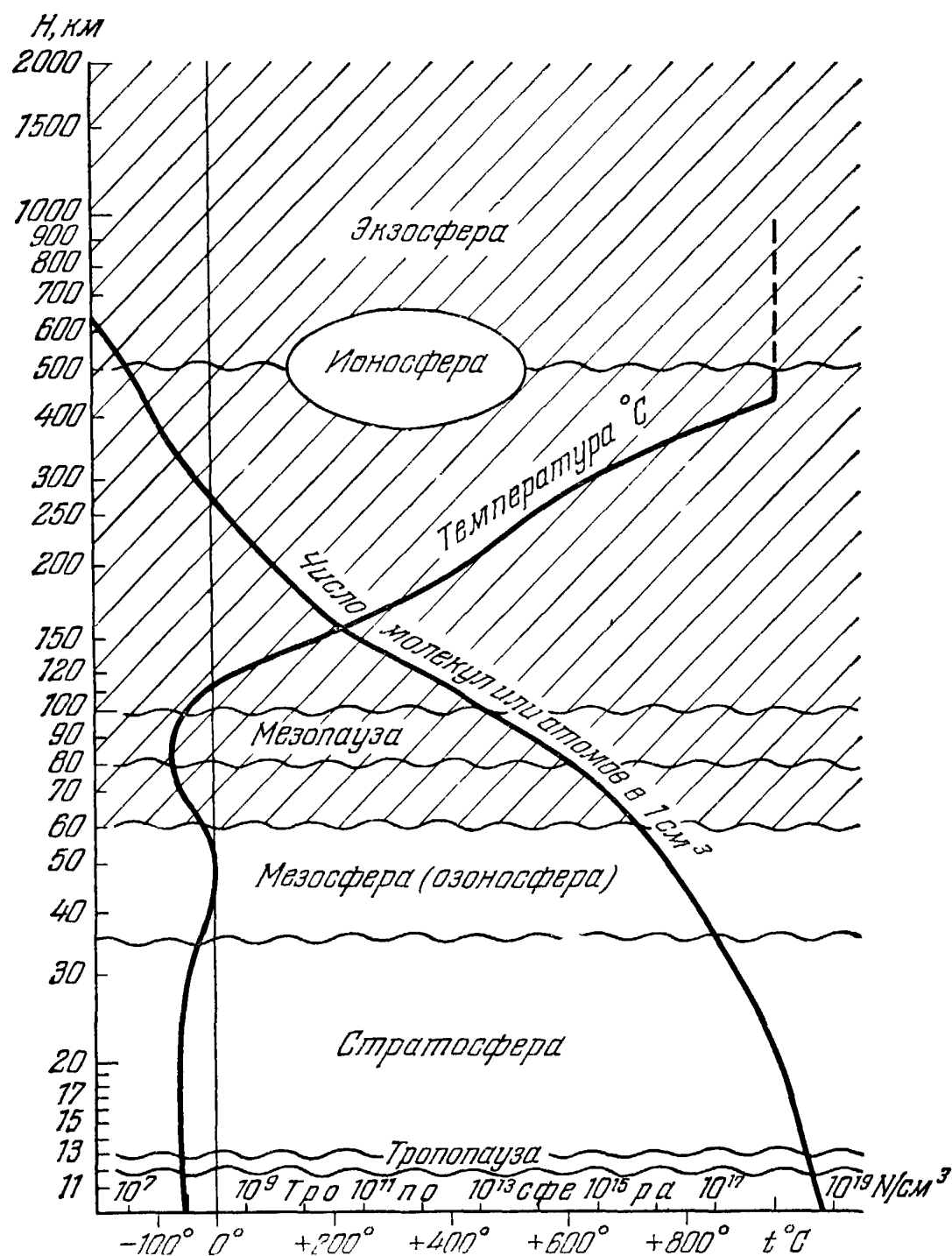


Рис. 10. Слои земной атмосферы, изменение ее плотности и температуры с высотой. Заштрихована область ионосферы

20 000 км — находится ионосфера. Как показывает само название, в этой последней, помимо нейтральных молекул, находятся ионизованные атомы и свободные электроны. Ионизацию производят коротковолновое излучение Солнца и потоки заряженных частиц (корпускул), летящих от Солнца. Электрические свойства ионосферы, высота и степень ее ионизации зависят от времени суток, времени года и от фазы солнечной активности. Ионосфера имеет громадное значение для радиосвязи на больших расстояниях, которая осуществляется на длинных, средних и коротких радиоволнах *), многократно отражающихся

*) Короткие радиоволны — от 10 до нескольких десятков метров, длинные — больше 600 м. Между ними находится диапазон средних волн.

(точнее, преломляющихся) от ионизованных слоев ионосферы и от поверхности Земли (рис. 11).

Представления о строении ионосферы значительно изменились после запуска искусственных спутников Земли. До этого предполагалось, что в ионосфере имеются четыре основных ионизованных слоя: слой D (на высоте 60—80 км), слой E (100—140 км), слой F_1 (выше 160 км) и слой F_2 (200—350 км). Однако подозревали, что эти слои имеют клочковатое строение и состоят из отдельных ионизованных облаков. В настоящее время приходится признать, что такого

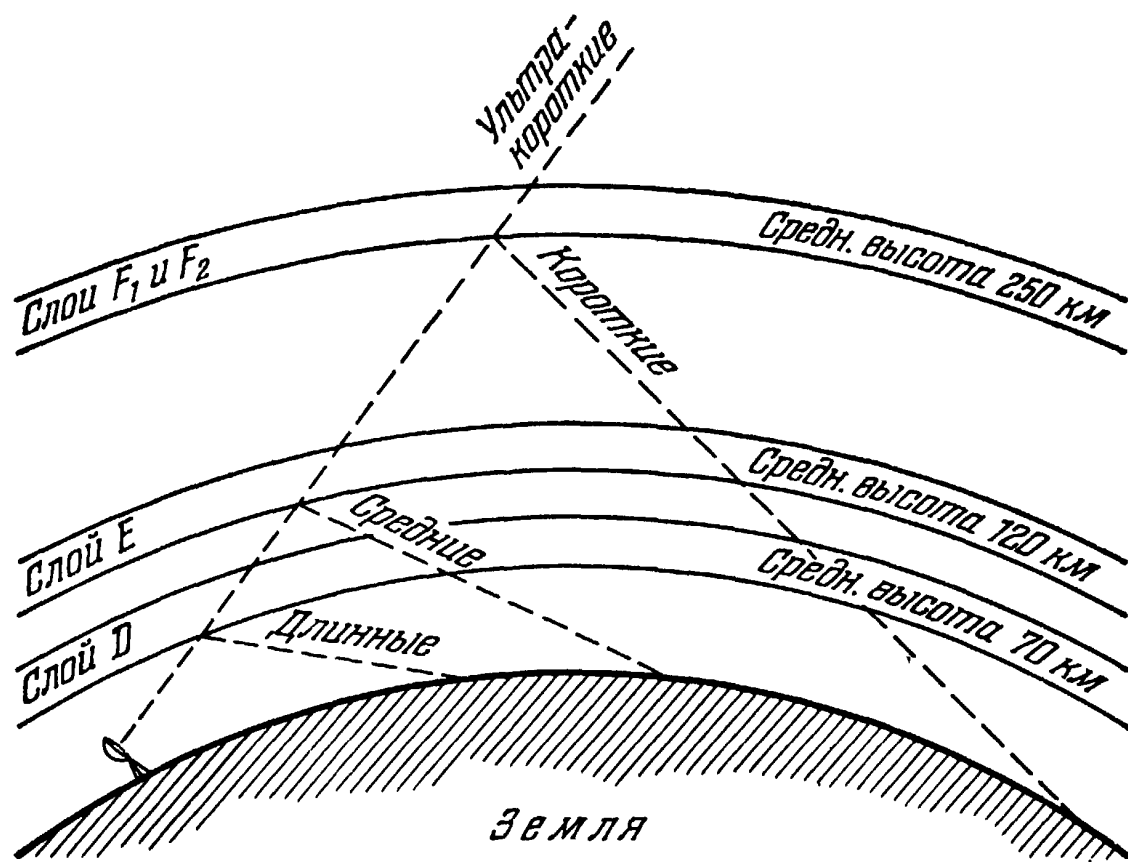


Рис. 11. Схема отражения радиоволн от различных уровней ионосферы.

четкого деления на слои (стратификации) в ионосфере нет: от 60 км до, по крайней мере, 470 км имеется сплошной массив ионизованного газа с отдельными флуктуациями (неоднородностями) концентрации ионизованных частиц (в среднем слой D имеет концентрацию 10^4 электронов/см³, слой E — 10^5 , слой F_1 — $5 \cdot 10^5$, слой F_2 — 10^6 электронов/см³).

Было обнаружено изменение плотности верхних слоев атмосферы и колебания их температуры в зависимости от изменения солнечной активности и в разные времена года (так, например, летом в дневные часы плотность на высоте 200 км в 20 раз больше, чем зимой ночью), а также в зависимости от широты (плотность в полярных районах в пять раз больше, чем вблизи экватора на той же высоте). (НиЧ, 1968, 266—283).

Самые высокие полярные сияния наблюдались на высотах 700—1000 и даже 1200 км. Свечение ночного неба обнаруживается на высотах до 2000 км. Вероятно, верхняя граница земной атмосферы лежит около 3000—4000 км. Область выше 800—1000 км называется *экзосферой* (внешняя сфера или сфера рассеяния). Из этой области непрерывно происходит «утечка» атомов атмосферы (в особенности легких

газов — водорода и гелия). Приобретая скорость больше критической (так называемой *скорости ускользания*), эти атомы навсегда покидают Землю *).

Данные, полученные в последнее время с помощью ИСЗ, а также советских космических ракет, показали, что земной шар окружен «поясом радиации» — областью резкого увеличения концентрации заряженных частиц высокой энергии. Концентрация оказалась наибольшей вблизи плоскости магнитного экватора Земли (как известно, не совпадающего с географическим) и убывает к магнитным полюсам, а также зависит от высоты над земной поверхностью. Ближе к Земле концентрация заряженных частиц (по-видимому, протонов с энергиями до сотни миллионов электрон-вольт) достигает максимума на высоте порядка 100 км. Выше этого частицы (вероятно, электроны с энергией в несколько десятков тысяч электрон-вольт) простираются до высот в 50—60 тыс. км.

На каждый квадратный сантиметр земной поверхности на уровне моря воздух давит с силой в 1,0332 кГ (давление в одну атмосферу). Общая масса атмосферы Земли составляет $(5,136 \pm 0,001) \cdot 10^{21}$ г, т. е. около одной миллионной доли массы Земли. Около 0,003 этой массы составляют водяные пары.

Распределение в атмосфере температуры (определяемой тепловыми скоростями движений частиц воздуха) характеризуется любопытными неправильностями — *температурными инверсиями*: в тропосфере температура уменьшается приблизительно на 6° с каждым километром высоты; от тропопаузы до высоты 30 км температура приблизительно постоянна и равна -55°C ; от 30 до 55 км температура постепенно повышается до 0°C ; к высоте 80 км она вновь падает до -68°C и затем постепенно повышается, достигая 1000 градусов на высоте выше 500 км **). Однако плотность воздуха на этих высотах столь мала, что температура тела, попавшего туда, будет определяться способностью тела поглощать энергию солнечных лучей (и излучать ее в окружающее пространство), а не температурой окружающего крайне разреженного воздуха.

Изучение метеорных следов и серебристых облаков обнаруживает наличие «стратосферных ветров», скорости которых достигают 120 м/сек.

Приливы. Солнце, и в особенности Луна (примерно в два раза больше, чем Солнце, так как приливообразующая сила пропорциональна массе тела и обратно пропорциональна кубу расстояния от

*) Критическая скорость для Земли (в космонавтике это — *вторая космическая скорость*) около 11 км/сек. Однако если средняя квадратическая скорость равна 1/2 критической, то молекулы атмосферы улетучатся в течение нескольких часов, при скорости, равной 1/3 — в течение нескольких недель, 1/4 — десятков тысяч лет, 1/5 — миллиардов лет. При повышении температуры средняя квадратическая скорость молекул возрастает. Однако до $t^\circ = 400^\circ \text{C}$ она не больше 2,89 км/сек, что почти в четыре раза меньше критической. Реально скорость газовых молекул атмосферы Земли меньше 2,5 км/сек, что предохраняет Землю от потери воздушной оболочки. Критическая скорость на поверхности Луны 2,37 км/сек. Естественно, что Луна давно уже лишилась атмосферы (если она у нее когда-нибудь была).

**) О зависимости температуры от широты φ и времени года см. АВ 1, 231, 1967.

него), притягивая подвижную водную оболочку Земли, образуют на ней как бы два горба, которые, перемещаясь по поверхности Земли вследствие ее вращения, вызывают два прилива и два отлива в сутки *) в океанах и открытых морях. Подобные приливы происходят также в земной коре и в атмосфере. Подробно разработана теория морских приливов, которая позволяет вычислить заранее календарь приливов и отливов и их высоту для любого места на Земле. При этом учитываются не только видимые положения Солнца и Луны, но и особенности рельефа морского дна и берегов. Наибольшая высота прилива в открытом океане не превосходит 2 м, но в некоторых проливах и узких заливах доходит до 15 м (в заливе Фанди на атлантическом побережье Канады — до 18,6 м). Близ берегов местные условия подводного рельефа вызывают запаздывание прилива. Промежуток времени от момента кульминации Луны до прилива называется *прикладным часом*. Его величина, как и другие характеристики приливов, заранее вычисляются для каждого морского порта (и включаются в лоции).

Приливы в земной коре имеют максимальную амплитуду (на экваторе) всего 43 см, а приливы в атмосфере создают колебания атмосферного давления на поверхности Земли в несколько мм ртутного столба. Постепенное замедление вращения Земли и связанное с ним увеличение продолжительности земных суток (около 0,0016 секунды за столетие или $5 \cdot 10^{-8}$ сек в сутки) является следствием приливного трения водной оболочки о поверхность твердой оболочки Земли и приливов в теле Земли. Отмечены также периодические изменения скорости вращения Земли с периодом в год, т. е. связанные с метеорологическими явлениями. Вероятная причина — циркуляция атмосферы, сопровождающаяся передачей момента количества движения от атмосферы самой Земли. Иногда происходят внезапные изменения скорости вращения, не получившие еще объяснения. Может быть, они связаны с тектоническими процессами в недрах Земли — землетрясениями, извержениями вулканов и т. д., вызывающими перемещение масс вещества относительно центра Земли.

Открытие неравномерности вращения Земли объяснило некоторые особенности движения Луны, которые в теории Луны учитывались эмпирически.

В 1956 г. внезапное изменение скорости вращения Земли произошло после исключительно мощной вспышки на Солнце 25 февраля. Может быть, изменение излучения Солнца оказало влияние на магнитное поле Земли, что внезапно изменило период ее вращения.

2. Луна

Второе после Солнца яркое светило и самое близкое к Земле небесное тело, Луна, представляет собой темный шар диаметром в 3474 км. Его поперечник, следовательно, немногим более 1/4 земного, а объем

*) Точнее, за $24^h 50^m$. Наибольшие (сизигийные) приливы совпадают с сизигиями (см. стр. 48), наименьшие — с квадратурами (квадратурные приливы). Первые в 2,5 раза больше вторых.

в 49 раз меньше. Масса Луны составляет 0,01230 или $1/81,30$ массы Земли ($7,35 \cdot 10^{25}$ г; об определении массы Луны см. стр. 33). Средняя плотность Луны равна $3,35 \text{ г/см}^3$, что соответствует средней плотности базальтового слоя земной коры, лежащего под тонкой гранитной оболочкой.

Вероятно, Луна в значительной степени однородна; тогда разность экваториального и полярного радиусов (вследствие сплюснутости) составит всего 15 м. Сила тяжести на поверхности Луны приблизительно в шесть раз меньше (0,165), чем на Земле. Хотя есть спутники

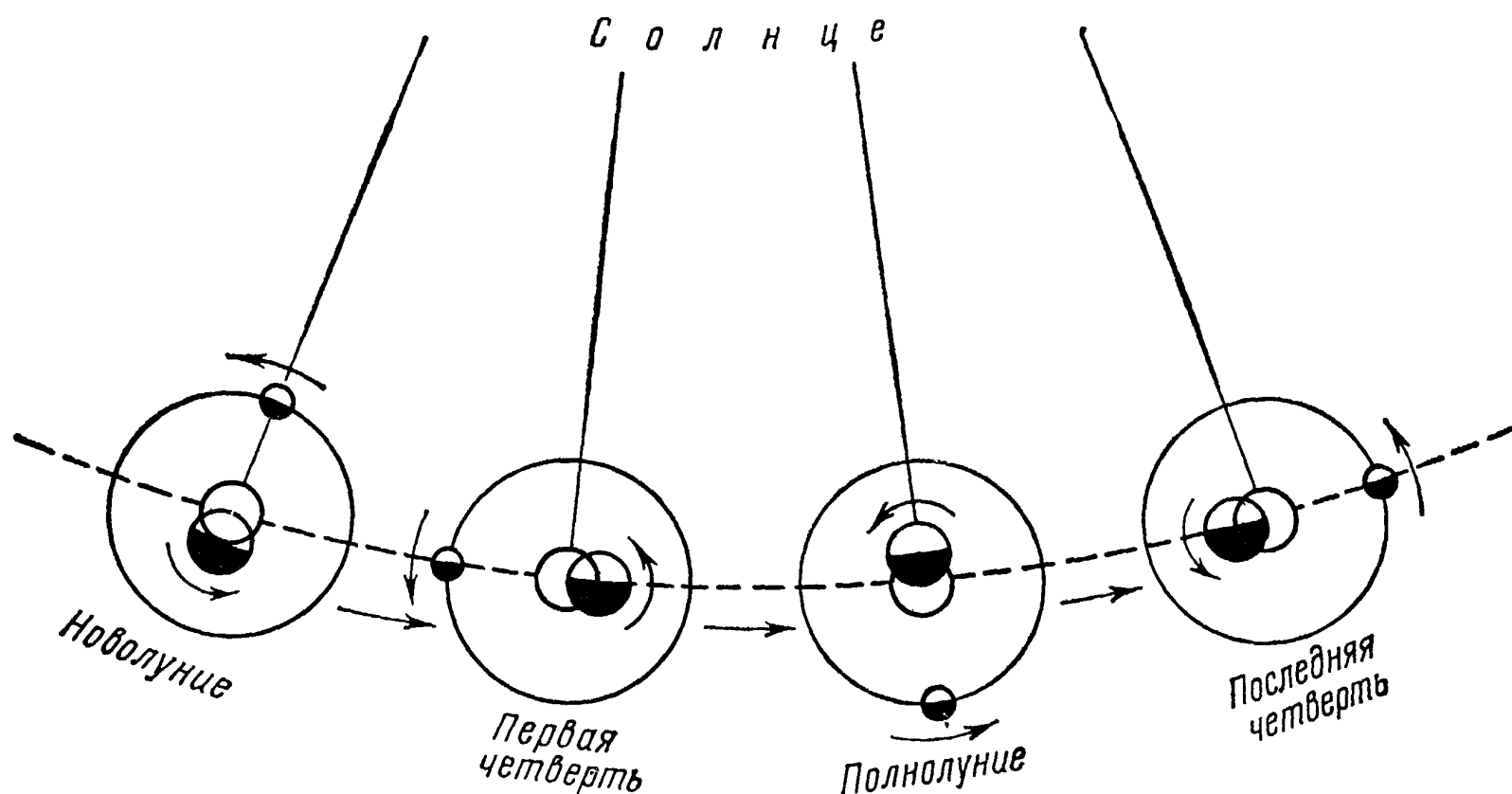


Рис 12 Движение Земли и Луны вокруг барицентра и фазы Луны.

планет и более массивные, чем Луна,— она самый большой спутник по сравнению со своей планетой. Часто Землю с Луной называют двойной планетой. Это отражается и в форме орбиты Луны относительно Солнца (см. рис. 163 на стр. 245).

Вечный спутник Земли, Луна, обращается вокруг нее на среднем расстоянии в 384 440 км (30 поперечников земного шара). Полный оборот Луна совершает в 27,322 суток. Этот промежуток времени называется *сидерическим*, или *звездным месяцем*. Из всех спутников планет Луна имеет наибольший угол между плоскостью своей орбиты и экватором планеты (меняется от $18^\circ,5$ до $28^\circ,5$ вследствие движения линии узлов) и наибольший эксцентриситет орбиты. Освещаемая Солнцем Луна меняет свой вид и проходит последовательно следующие фазы в зависимости от ее расположения относительно Солнца (рис. 12): *новолуние*, когда Луна скрывается в лучах Солнца *); *первая четверть*— Луна на 90° к востоку от Солнца, имеет вид полукруга, обращенного выпуклостью к западу, к Солнцу; *полнолуние* — полная Луна и Солнце находятся в прямо противоположных сторонах неба, *последняя четверть* — Луна на 90° к западу от Солнца, полукруг выпуклостью к востоку. После новолуния Луна видна на западе слева от заходящего

*) В момент новолуния долготы Солнца и Луны совпадают.

Солнца в виде тонкого серпа, обращенного выпуклостью к Солнцу. Это — молодой, растущий месяц (напоминает букву Р, если соединить рога прямой линией). Перед новолунием серп Луны виден на востоке утром справа от восходящего Солнца. Это — старый месяц (напоминает букву С). Полнолуние и новолуние называют *сизигиями*, первую

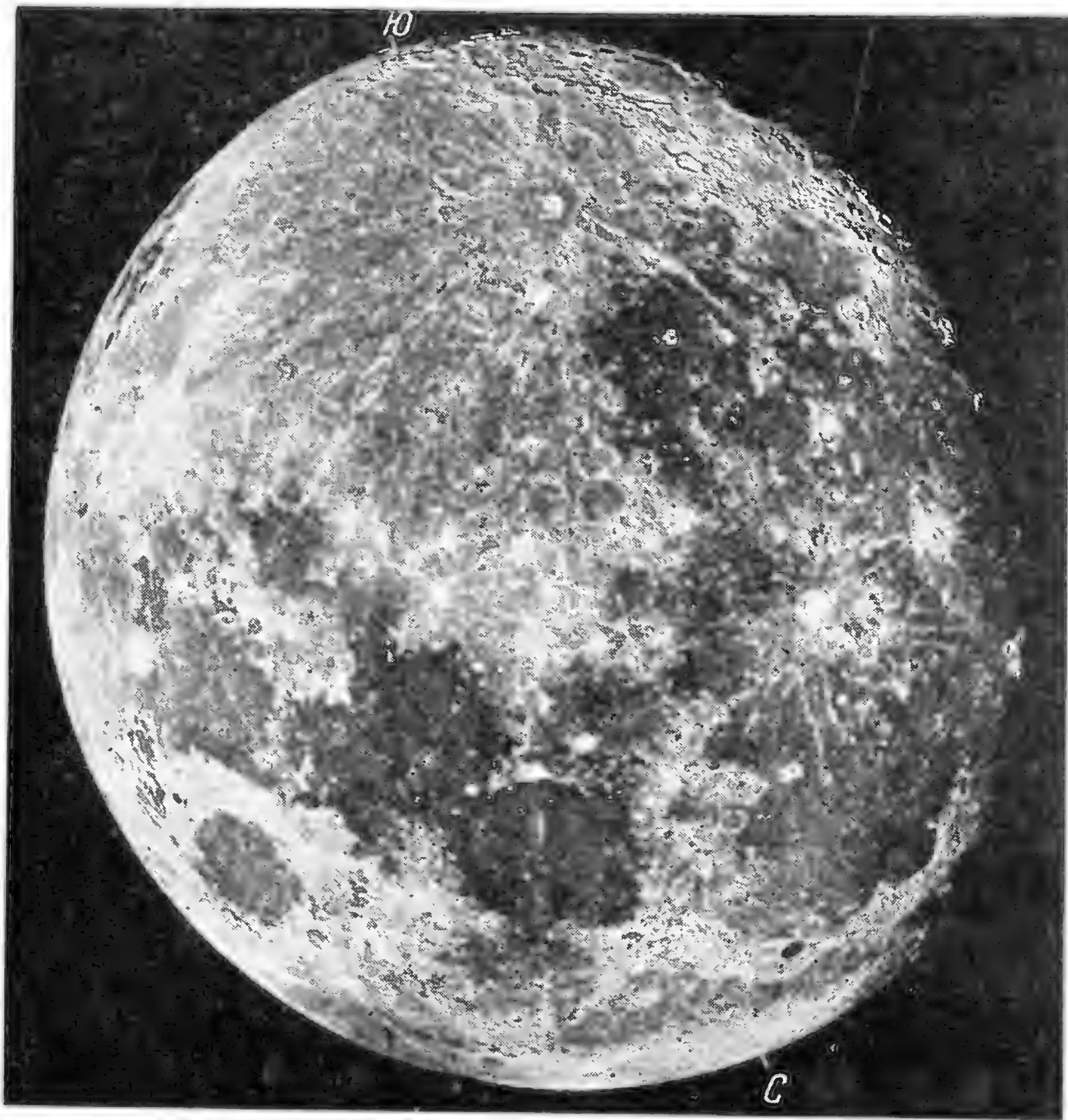


Рис. 13. Фотография Луны близ полнолуния.

и последнюю четверти — *квадратурами* (об определении лунных фаз см. ЗиВ, 1966, № 5, 76—79).

Возрастом Луны называется промежуток времени (выраженный в сутках и долях суток), отделяющий данный момент времени от предшествовавшего новолуния (см. табл. 16). *Элонгацией* Луны называется угловое расстояние ее от Солнца. Период полной смены фаз составляет

29,531 суток и называется *синодическим месяцем*. Неровная, зазубренная линия *терминатора*, отделяющая освещенную часть Луны от неосвещенной (рис. 13), близка по форме к половине эллипса и лишь в моменты наступления первой и третьей четвертей превращается в прямую (конечно, также зазубренную — см. рис. 22) линию, делящую диск Луны строго пополам *). Вскоре после новолуния, когда после захода Солнца на западе виден узкий серп «молодого месяца», либо до новолуния перед восходом Солнца, когда на востоке виден узкий серп «старого месяца», можно разглядеть и неосвещенную Солнцем часть Луны. Она светится бледно-серым, так называемым *пепельным светом Луны*, — отраженным светом Земли. Измеряя его интенсивность, можно определить *альбедо* **) Земли ($\sim 0,40$), которое меняется от 0,52 до 0,32 в зависимости от времени года.

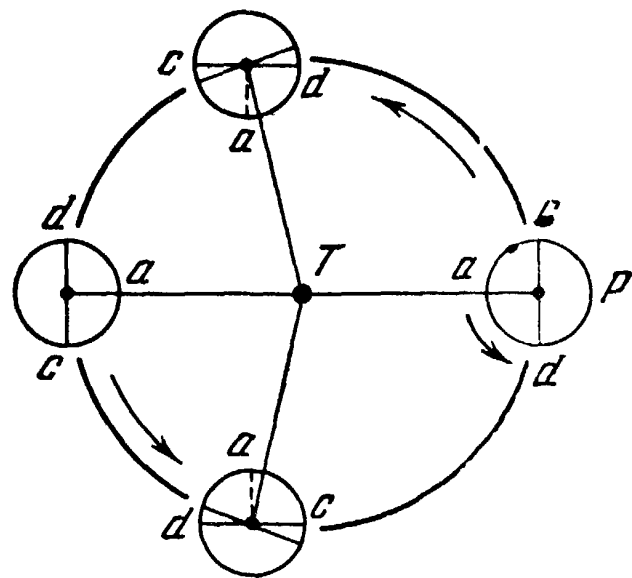


Рис 14. Либрация Луны по долготе

Период вращения Луны вокруг своей оси в точности равен периоду ее обращения вокруг Земли, т. е. сидерическому месяцу, поэтому она всегда обращена к нам одной своей стороной. Другую сторону мы никогда не видим, если не считать того, что вследствие эллиптичности лунной орбиты и небольшого наклона ее оси вращения к плоскости орбиты Луна как бы несколько качается, давая нам возможность немного заглядывать за ее видимый край то с одной, то с другой стороны. Это — *либрации Луны*.

Вследствие либраций центр видимого диска Луны перемещается в пределах $\pm 7^{\circ}54'$ долготы по лунному экватору (*либрация по долготе*) (рис. 14) и в пределах $\pm 6^{\circ}50'$ широты вдоль меридиана Луны (*либрация по широте*). *Параллактическая либрация*, связанная с перемещением самого наблюдателя вследствие вращения Земли, на ее экваторе достигает до $57'$. Совокупное влияние всех либраций дает возможность обозреть (разумеется, не одновременно) около 0,6 всей лунной поверхности.

Запущенная в СССР 4 октября 1959 г. автоматическая межпланетная станция «Луна-3» совершила облет Луны, сфотографировала большую часть скрытой от нас стороны лунной поверхности и передала на Землю впервые полученные снимки. Это поразительное достижение позволило составить карту почти всей невидимой стороны лунной поверхности (рис. 17). Оказалось, что обратная сторона беднее «морями» ***) и напоминает гористые области видимой стороны Луны.

*) Это так называемая *дихотомия*.

**) Альбедо («белизна») показывает, какую долю падающего света рассеивает данная поверхность.

***) На видимой стороне Луны «морья» занимают 40% поверхности, на обратной стороне — меньше 10%.

На первых фотографиях обратной стороны Луны выявилось более 500 деталей, координаты которых были определены привязкой к деталям изученной стороны Луны. Часть из них отмечена на рис. 17. 20-го июля 1965 г. советская автоматическая станция «Зонд-3» получила и передала на Землю новые 25 снимков невидимой стороны Луны.

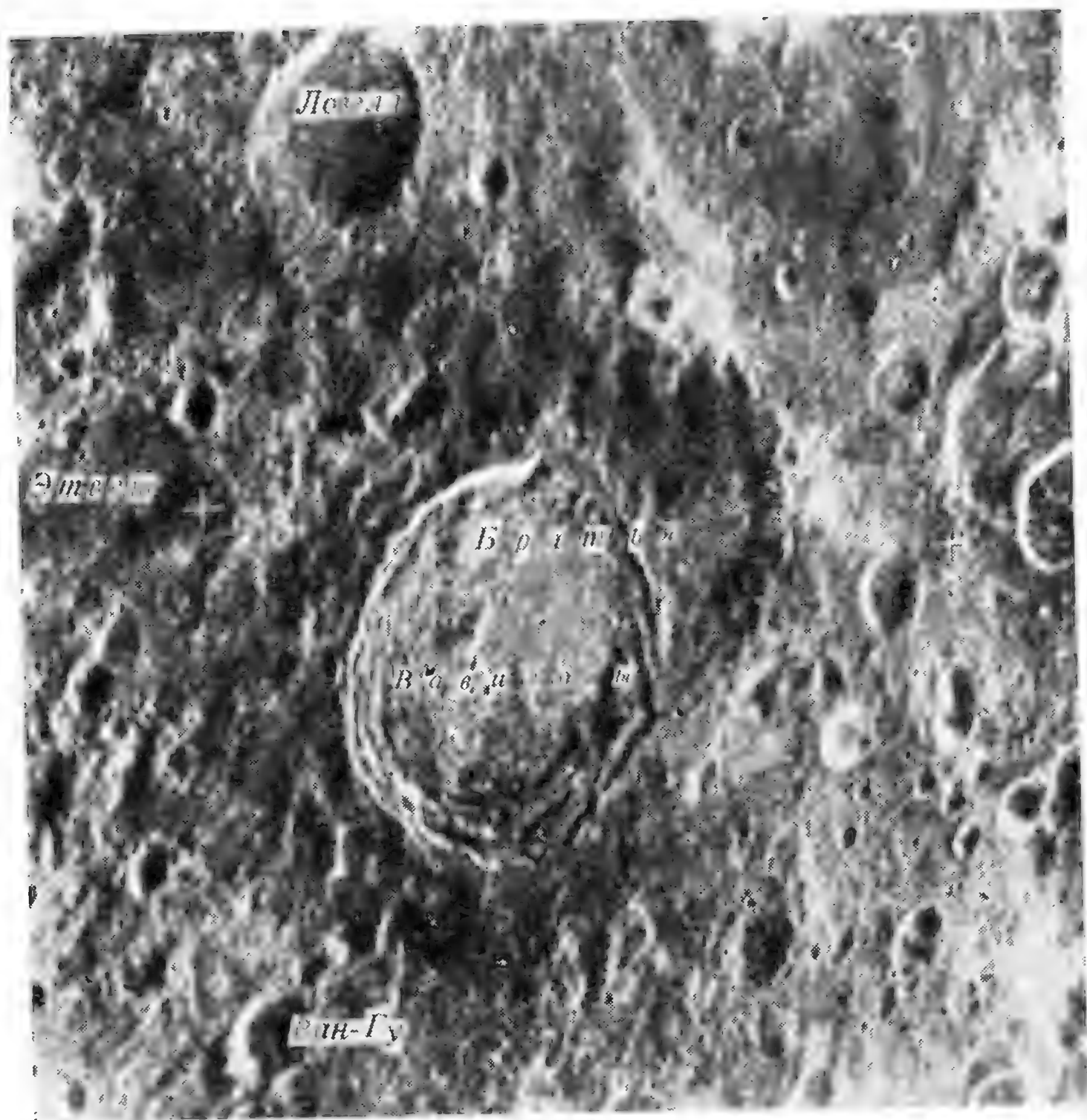


Рис. 15. Фотография участка невидимой с Земли стороны Луны, полученная с борта советской автоматической межпланетной станции «Зонд 6».

Более четкие, эти снимки (рис. 18) выявили новые детали поверхности Луны.

На невидимой стороне Луны выявлено более 1000 кратеров, из них 600 с поперечником от 5 до 20 км, около 200 кратеров от 20 до 50 км, около 40 — от 50 до 100 км и около десятка кратеров свыше 100 км в диаметре. Так же как и на видимой стороне, встречаются кратеры с центральными пиками и с системами лучей. Отмечены цепочки кратеров диаметром в 10—30 км. Некоторые тянутся на 600 и более км.

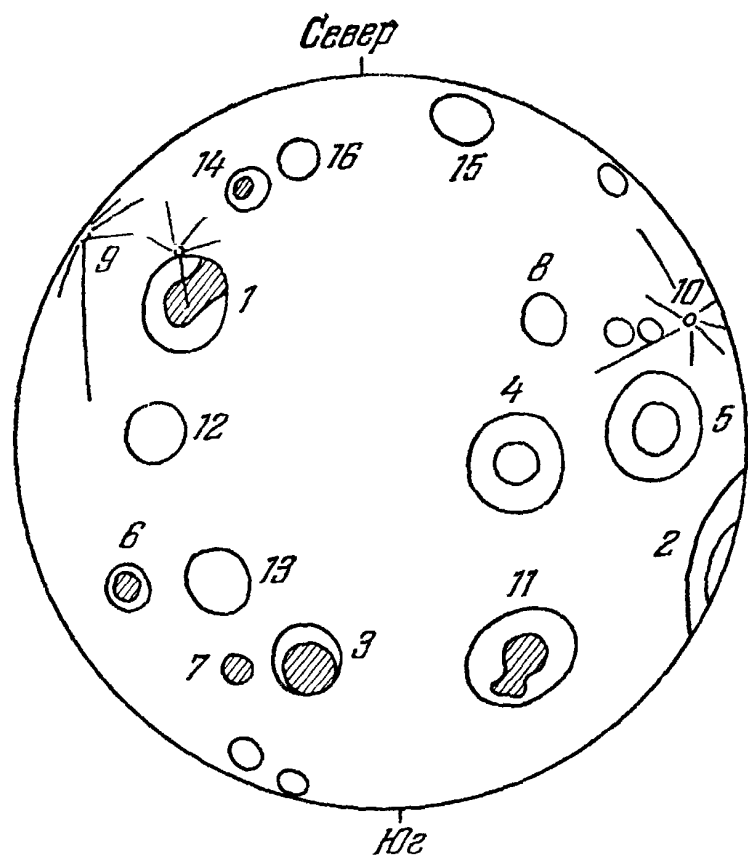
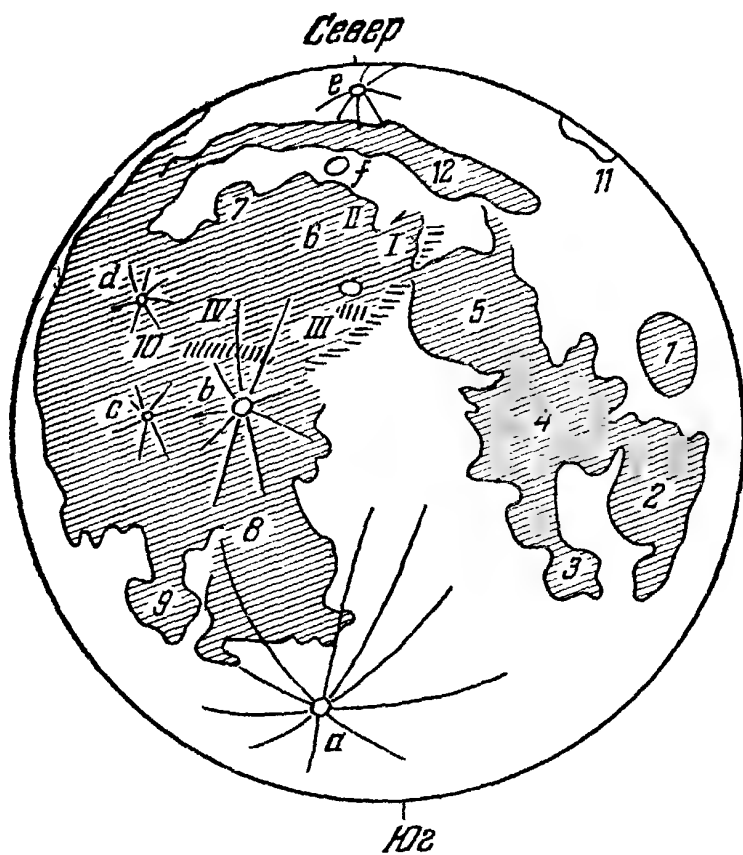


Рис. 16. Схематическая карта видимой стороны Луны. Моря: 1 — Кризисов, 2 — Плодородия, 3 — Нектара, 4 — Спокойствия, 5 — Ясности, 6 — Дождей, 8 — Облаков, 9 — Влажности, 11 — Гумбольдта, 12 — Холода; 7 — Залив Радуги; 10 — Океан Бурь; горы: I — Кавказ, II — Альпы, III — Апеннины, IV — Карпаты; кратеры: а — Тихо, b — Коперник, с — Кеплер, d — Аристарх, e — Анаксагор, f — Платон.

Рис. 17. Схематическая карта обратной стороны Луны. 1 — Море Москвы, 2 — Море Восточное, 3 — Море Мечты, 4 — Королев, 5 — Герцшпрунг, 6 — Циолковский, 7 — Жюль Верн, 8 — Мах, 9 — Джордано Бруно, 10 — Ом, 11 — Аполлон, 12 — Менделеев, 13 — Гагарин, 14 — Кэмпбелл, 15 — Биркхофф, 16 — Д'Аламбер.



Рис. 18 Фотография невидимой с Земли стороны Луны полученная с помощью автоматической межпланетной станции «Зонд-3». На этом снимке, сделанном 20 июля 1965 г в 5 час 16 мин. московского времени, показана часть невидимого полушария Луны. Темная полоса на краю Луны вверху справа — краешек Океана Бурь. Крупное темное пятно справа — кратер Герцшпрунг, большое количество мелких кратеров и протяженные цепочки кратеров. В левом нижнем углу — фотометрическая шкала. Изображение улучшено методом прецизионного маскирования в отделе физики Луны и планет ГАИШ.

Луна практически лишена атмосферы. На Луне нет воды, а следовательно, не может быть облаков,— все детали ее поверхности видны совершенно отчетливо. Особенно контрастно видны детали лунной поверхности при косом освещении их солнечными лучами, т. е. ближе к квадратурам, чем к полнолунию. Различия в яркости деталей лунной

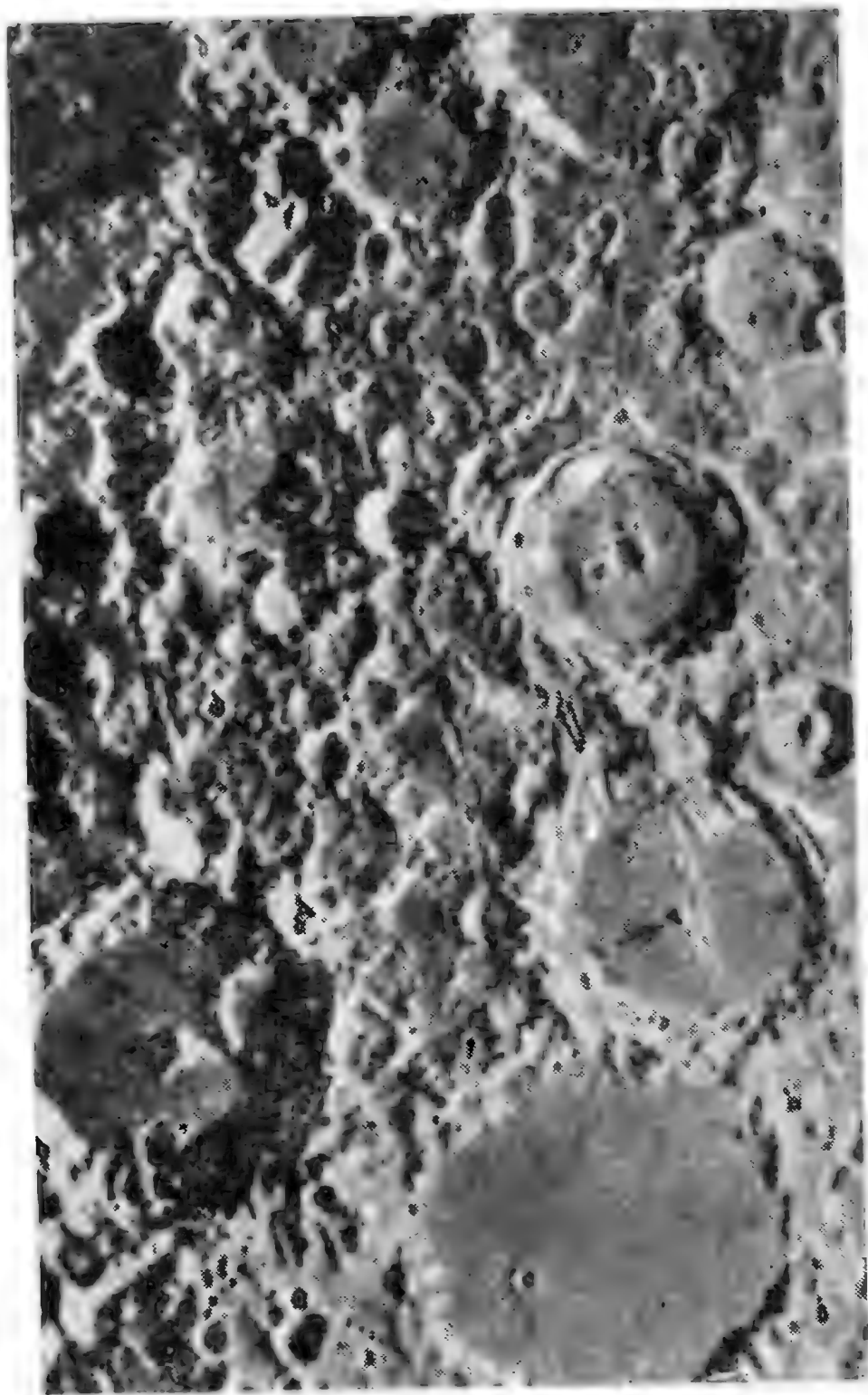


Рис. 19. Кольцевые горы на Луне (справа внизу кратер Птолемей и выше него Альфонс и Арзахель, слева внизу — Аль-Баттани. Стрелкой отмечена центральная горка, близ которой Н. А. Козырев обнаружил выброс газов вулканического происхождения (см. стр. 56)

поверхности соответствуют различным их альбедо *) — от 0,05 до 0,2; различия в цвете деталей незначительны. Описанием лунной поверхности занимается *селенография* **). Составлены подробные карты Луны, на которых занесены и получили названия более 32 000 различных деталей ***).

Характерной особенностью лунной поверхности являются кольцевые горы, или *кратеры* (рис. 19). Большим инструментам доступны кратеры диаметром 1 км; большинство кратеров, видимых в небольшие трубы, имеет диаметры до 150 км; самый большой кратер, Байе, имеет диаметр 300 км. Самые малые, еще различимые в самые мощные телескопы, имеют 100—200 м в поперечнике****). Список основных кратеров и карту всей Луны см. Приложение I.

Высота кольцевых валов от 300 до 7000 м. Иногда в центре кратера возвышается «центральная горка». Правда, высота валов мала по сравнению с размерами кратеров, из центра большого

кратера не видно вала, который скрывается за горизонтом вследствие кривизны поверхности Луны. В последнее время на Луне открыты

*) См. примечание на стр. 49.

**) См. примечание на стр. 78.

***) Еще около 200 000 деталей на картах не обозначены.

****) На фотографиях, полученных с помощью аппаратов «Рейнджер», видны кратеры диаметром в 1 м! На панорамах, снятых советскими станциями «Луна-9» и «Луна-13», видны детали в несколько мм! (рис. 20).

небольшие конусообразные горы с пологими склонами, напоминающие земные вулканы. Большие темные пятна округлой формы, которые видны невооруженным глазом,— это широкие равнины, названные первыми наблюдателями «морями». «Моря», «заливы», «океаны» Луны носят весьма причудливые названия: Море Кризисов, Море Ясности, Море Спокойствия, Океан Бурь и т. п. Кратеры в основном носят имена знаменитых астрономов и других ученых всех времен и народов (см. Приложение I). На Луне имеются *горные хребты*, по высоте



Рис. 20. Часть панорамы Луны, переданной на Землю станцией «Луна-9». Различимы детали размером в несколько миллиметров.

не уступающие земным (до 7—8 км). Их высоты определяются по измерениям длины их теней при освещении Солнцем, находящимся близко к горизонту соответствующего места на Луне.

Еще одной особенностью лунной поверхности являются системы светлых лучей, которые расходятся во все стороны от некоторых больших кратеров (Тихо, Кеплер, Коперник). Эти светлые лучи шириной в несколько километров пересекают горы и моря, простираясь иногда на расстояния до 4000 км от своего центра. Они заметнее всего в полнолуние, когда солнечные лучи падают на поверхность Луны под достаточно большими углами; при косом освещении белые лучи ступшеваются. Возможное объяснение их природы заключается в том, что в результате взрыва, вызванного вулканическими силами или падением большого метеорита, в некоторых направлениях были выброшены достаточно крупные осколки, вызвавшие появление вторичных кратеров размером 100—1000 м. Они расположились вдоль

радиусов, расходящихся от основного кратера — центра системы белых лучей.

Некоторые кратеры целиком покрыты чем-то светлым и в полнолуние выделяются как светлые пятна, иные окружены светлым кругом (*нимбом* или *галó*). Иногда это сияние располагается лишь с одной стороны от кратера.

Во многих местах лунной поверхности обнаружены длинные черные *трещины*, по всей вероятности, весьма глубокие, и короткие, менее глубокие *борозды*. Всего трещин и борозд отмечено более 500. Интересным объектом представляется «Прямая стена» в Море Облаков.

Это гигантский сброс длиной 120 км с разностью уровней 500 м.

Измерения температуры поверхности середины лунного диска с помощью термпары в фокусе телескопа показали, что температура меняется в зависимости от фазы Луны приблизительно от $+130^{\circ}$ до -170° С (рис. 21).

Очевидно, что также меняется температура каждой точки лунного экваториального пояса в зависимости от высоты Солнца над горизонтом этой точки Луны (рис. 22).

Отсутствие атмосферы способствует сильному на-

греванию поверхности Луны в течение дня (который длится две недели) и ее охлаждению в течение двухнедельной ночи. Наблюдающееся быстрое охлаждение Луны во время лунных затмений (на 240° С за два часа) говорит о том, что ее поверхность имеет очень малую теплопроводность.

Радиолокационные исследования Луны в диапазоне от 0,13 до 35 см и измерения ее собственного радиоизлучения, проведенные в последние годы под руководством В. С. Троицкого в Горьком, позволили объяснить исключительно малую теплопроводность лунной поверхности тем, что она на глубину 1,5—2 м состоит из пористого вещества (получившего название *лунит*) вроде твердой губчатой породы, похожей на пемзу, со средней плотностью $0,5 \text{ г/см}^3$. Можно предполагать, что взрывы, сопровождающие падение метеоритов на лунную поверхность, вызывают ее дробление и спекание в вакууме в шлакоподобную массу.

На глубинах больше метра температура почти не зависит от фаз Луны, т. е. не подвергается влиянию солнечного излучения. Более

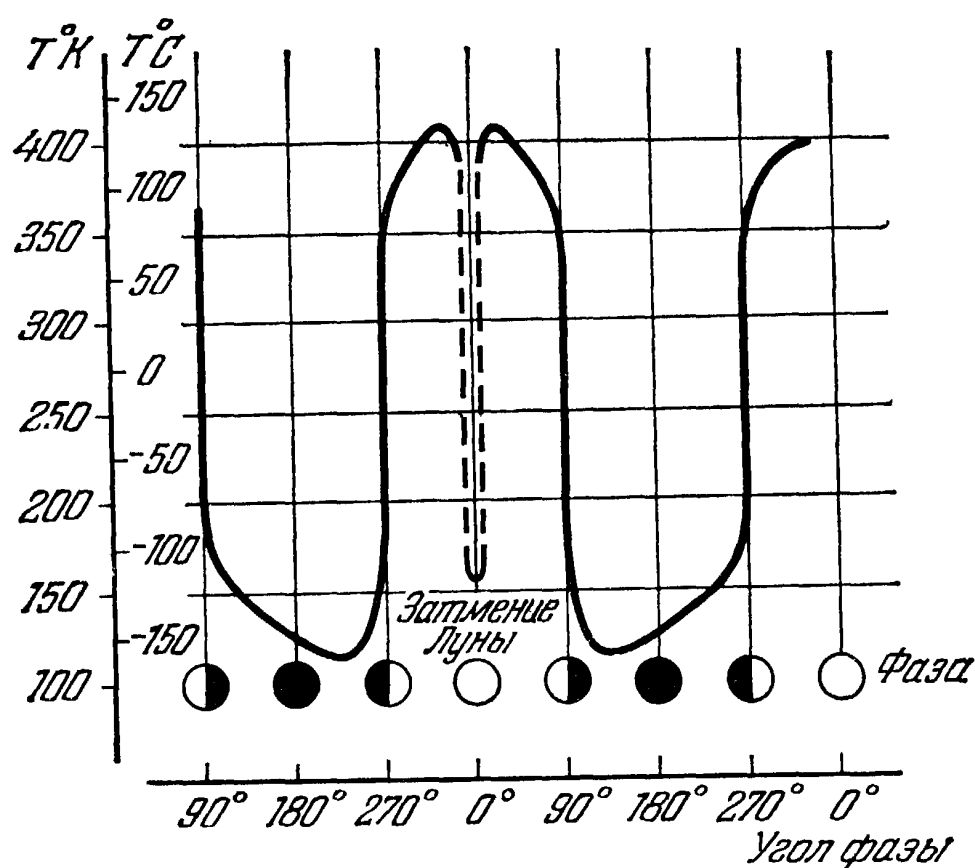


Рис. 21. Зависимость температуры поверхности в центре лунного диска от угла фазы. Прерывистой линией показано падение температуры во время полного лунного затмения.

глубокие слои обнаруживают повышение температуры, подобно тому как на Земле наблюдается геотермический градиент (стр. 38); — на глубине 20 м температура на 25° выше, чем на глубине 1 м под поверхностью. Вероятно, причина сходная — разогревание недр Луны радиоактивными элементами. Глубже 20—30 м, по-видимому, находятся твердые скальные породы.

Методами радиолокационной техники выявлены многочисленные «горячие» пятна на Луне; большинство их расположено внутри кратеров. В дальнейшем сканированием *) поверхности Луны (во время

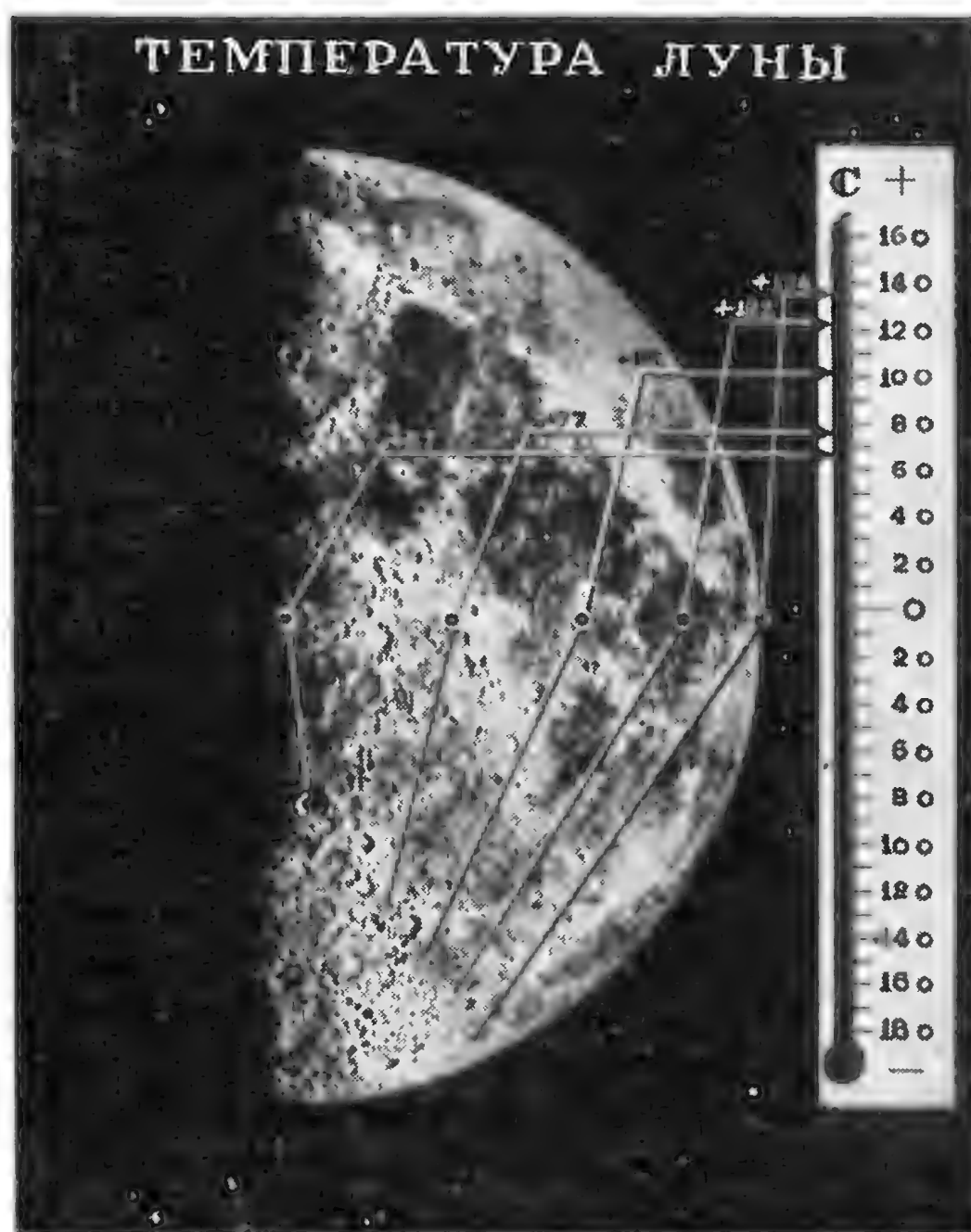


Рис. 22. Температуры ряда точек на Луне.

полных лунных затмений и вне затмений) с очень чувствительной аппаратурой обнаружено более 400 «теплых пятен» малых размеров (S&T, 1966, 327—331). Некоторые из них на ~50° теплее окружающей местности. Более горячими оказались внутренние части многих кратеров, причем чем меньше кратер, тем бóльшую разность температур он обнаруживает.

*) Сканирование — это автоматическая регистрация какой-нибудь характеристики, например, инфракрасного излучения около 10 мк при «просматривании» изображения горизонтальными строчками, подобными полоскам на телевизионном экране.

Изучение форм лунных кратеров приводит к заключению о том, что не все они образовались в одно и то же время. Некоторые из них явно старше других и частично разрушены при образовании более молодых.

Причина образования кольцевых гор долгое время служила предметом споров. Существовали две гипотезы их происхождения: вулканическая и метеоритная. По первой вулканические явления (извержения, сжатия, растрескивания почвы) в прошлом происходили весьма интенсивно. Грандиозные пузыри газов выбивались из недр Луны и, лопаясь, оставляли на поверхности кольцевые валы и нередко центральные горки. По другой гипотезе, при падении крупных метеоритов происходили грандиозные взрывы, которые разбрасывали симметрично во все стороны почву и образовывали кольцевые горы — кратеры. На Земле обнаружено более десятка метеоритных кратеров, подобных лунным, но несравненно меньших размеров. Таковы: кратер Ашанти (Гана) — диаметр 9,8 км, глубина 350 м, кратер Чабб в Северной Канаде (~3,4 км, глубина ~0,4 км), кратер Ротер Камм в Юго-Западной Африке (2,4 км, наибольшая глубина 30 м, вал 90 м), кратер Лонар в Индии (1,8 км, глубина 120 м) — их возраст от 1 до 10 млн. лет, метеоритный кратер в Аризоне (США) — «Каньон Дьявола» (~1,2 км, глубина 0,2 км), семь кратеров на о-ве Саарема Эстонской ССР (наибольший диаметр 110 м), кратеры, образовавшиеся во время падения в тайге на Дальнем Востоке 12 февраля 1947 г. Сихотэ-Алинского метеорита (120 кратеров и воронок от 1 до 29 м в поперечнике), и др. (ЗиВ, 1966, № 4, 22—23; № 5, 59—67).

3 ноября 1958 г. вулканическая теория получила некоторое подтверждение в открытии Н. А. Козырева. Пользуясь 122-см рефлектором КрАО, он обнаружил в кратере Альфонс свечение газов, по-видимому, исходивших из центрального пика. В спектре этого свечения были обнаружены характерные линии излучения углерода C_2 . Очевидно, время наблюдения совпало с непродолжительным извержением газов из лунного вулкана. До этого в 1957 г. в США была получена фотография Луны, на которой центральная часть кратера Альфонс покрыта какой-то дымкой. Вероятно, это тоже результат выброса облака газов. Снимки лунной поверхности с близкого расстояния, полученные американскими аппаратами «Рейнджер-7, 8, 9» в 1964—1965 гг. и переданные на Землю, показали, что лунные кратеры, включая самые мелкие диаметром всего в 1 м, имеют метеоритное происхождение. При этом, помимо основного кратера, образованного падением метеорита (лучше сказать столкновением метеоритного тела, летящего со скоростью в несколько десятков км, с лунной поверхностью), разлетающиеся с громадными скоростями обломки, падая, образуют вторичные кратеры меньших размеров.

Однако это объяснение не отвергает возможности вулканических явлений на Луне в прошлом и в настоящем. Радиоактивные элементы (торий, уран и др.), несомненно, входившие в состав материи, из которой образовалась Луна, могли, так же как и в глубинах Земли, повысить температуру, расплавить вещество недр Луны и обусловить

возможность вулканических процессов. Трудно отказаться от представления о том, что поверхность лунных морей есть застывшая уровенная поверхность лавового происхождения. Американский ученый Г. Юри предположил, что моря образовались при столкновении Луны с кометами, когда поверхность Луны расплавилась вокруг места падения ядра кометы. Кроме того, на Луне есть образования, очень сходные с земными кратерами потухших вулканов. Любопытно отметить, что температура поверхности внутри некоторых кратеров (Тихо, Коперник, Кеплер, Аристарх) оказалась на $40\text{—}50^\circ$ выше температуры окружающих мест.

Таким образом, вопрос о происхождении лунных кратеров до сих пор еще окончательно не решен. Возможно, что большие кратеры имеют вулканическое происхождение, а малые — метеоритное. Выяснением многих вопросов, связанных с происхождением и эволюцией различных образований лунной поверхности, занимается *селенология*.

Большой интерес представляет вопрос о происхождении самой Луны. Прежде считали, что Луна образовалась в результате отторжения от Земли части ее массы и даже указывали на впадину Тихого океана, как на место возможного отрыва Луны. Однако более вероятно, что Луна образовалась как второй центр конденсации материи при образовании самой Земли. Вначале этот центр был на небольшом расстоянии от Земли, а затем, в результате приливного трения, Луна постепенно удалилась на свое нынешнее расстояние, причем период ее вращения вокруг оси стал в точности равен периоду ее обращения вокруг Земли.

Дальнейшую эволюцию системы Земля — Луна под действием приливной силы можно представить себе следующим образом. Земля замедлит вследствие приливного трения свое вращение, а Луна увеличит под действием приливов на Земле скорость своего орбитального движения и постепенно отдалится от Земли. Когда периоды вращения Земли и Луны сравняются с орбитальным периодом Луны (примерно 50 суток), наступит некоторое равновесие. Дальнейшая приливная эволюция будет уже связана только с притяжением Солнца.

3. Пылевые спутники Земли

В 1961 г. К. Кордылевский (Польша) открыл два пылевых облака, являющихся своеобразными спутниками Земли. Подобно астероидам-*троянкам* (рис. 50) они расположены в *точках либрации* (L_4 и L_5) — в углах равносторонних треугольников, стороны которых равны радиусу лунной орбиты. Их чрезвычайно трудно наблюдать из-за их очень малой яркости. Однако в 1964 г. американский астроном Д. Симпсон на высокогорной обсерватории Локсли, а за ним и другие подтвердили открытие польского астронома и нашли, что размеры облаков сравнимы с размерами Земли, но масса их в $6 \cdot 10^{23}$ раз меньше массы Земли, т. е. составляет всего 10 000 *т*. Плотность облаков составляет приблизительно одну пылинку массой $2 \cdot 10^{-5}$ г на кубический км! Пылевые спутники показывают фазы, подобные фазам Луны; облако,

движущееся впереди Луны, всего ярче через два дня после первой четверти Луны, а второе — за два дня до последней четверти. Возможно, что области близ либрационных точек представляют собой как бы гравитационные ловушки, в которых отдельные пылинки проводят продолжительное время, а затем покидают их, а в ловушки попадают новые частицы пыли.

4. Солнце

Солнце является самой близкой к нам звездой, оказывающей влияние на все природные явления на Земле. Среди звезд оно занимает весьма скромное место. Это желтый карлик — звезда, средняя по своим размерам, массе, температуре поверхности, плотности и т. д.

Раскаленный вращающийся газовый шар Солнца заключает в себе 99,87% массы всей Солнечной системы ($\sim 2 \cdot 10^{33}$ г или $\sim 330\,000 M_{\odot}$).



Рис 23. Солнце с большой группой пятен

Масса планет составляет, таким образом, всего $\sim 1/750$ массы всей Солнечной системы. Диаметр Солнца равен 1 392 000 км (в 109,1 раза больше диаметра Земли).

Температура наружных (поверхностных) слоев Солнца около 6000° . По современным представлениям о внутреннем строении звезд температура должна возрастать с глубиной, достигая в центре Солнца около 13 млн. градусов. Давление в центре достигает 200 миллиардов атмосфер, плотность — более 130 г/см^3 . Высокая температура и громадное давление вышележащих слоев создают в недрах Солнца условия для ядерных реакций,

которые являются источником солнечной энергии (АК 1968, 146—180).

Основным источником энергии, излучаемой Солнцем, может быть превращение ядер водорода в гелий (см. стр. 195) При превращении 1 г водорода в гелий выделяется 10^{19} эрг энергии (согласно соотношению Эйнштейна $E=mc^2$ между массой и энергией, где c — скорость света).

Определив количество энергии, которое получает единица поверхности (перпендикулярной к падающим лучам) на среднем расстоянии Земли от Солнца вне земной атмосферы в единицу времени, можно рассчитать общее количество энергии, испускаемой Солнцем, и его температуру.

Для измерения солнечной радиации применяется особый прибор — *пиргелиометр*. Учтя поглощение в земной атмосфере ($\sim 23\%$ потока),

найдем число калорий, получаемых квадратным сантиметром поверхности, перпендикулярной к солнечным лучам, в минуту, — эта величина называется *солнечной постоянной*. Оказалось, что эта постоянная (на самом деле она несколько меняется в зависимости от фазы солнечной активности) в среднем равна $2,00 \pm 0,04$ малой калории *). Так как радиус Солнца в 215 раз меньше среднего расстояния от Солнца до Земли, то площадь поверхности Солнца в $215^2 = 46\,225$ раз меньше площади сферы с радиусом 149 600 000 км. Следовательно, один квадратный сантиметр поверхности Солнца испускает $2,00 \cdot 46\,225 = 92\,450$ калорий в минуту или $6,44 \cdot 10^{10}$ эрг/сек. Вся поверхность Солнца излучает $\sim 4 \cdot 10^{33}$ эрг/сек. В расчете на грамм Солнце излучает 2 эрг/г·сек.

По закону Стефана — Больцмана (стр. 267) квадратный сантиметр поверхности абсолютно черного тела **) излучает в одну минуту

$$76,8 \cdot 10^{-12} T^4 \text{ калорий.}$$

Таким образом, эффективная температура Солнца (подробнее см. стр. 121) равна

$$T_{\text{eff}} = \sqrt[4]{\frac{92\,450}{76,8} \cdot 10^{12}} = 5800^\circ \text{ К} \text{ ***),}$$

если принять, что Солнце излучает как абсолютно черное тело.

Ежеминутно Солнце теряет около 240 млн. m массы на излучение ****). На Землю падает $1/2\,200\,000\,000$ солнечного излучения или $2 \cdot 10^{24}$ эрг/сек, что составляет 180 триллионов ($180 \cdot 10^{12}$) киловатт. Около половины этой энергии отражается облаками и поверхностью Земли, рассеивается и поглощается земной атмосферой.

Общее количество энергии, излучаемое Солнцем во всех длинах волн, отличается высоким постоянством в течение весьма значительных промежутков времени, сравнимых с геологическими периодами. Однако интенсивность ультрафиолетового излучения Солнца *****) испытывает колебания: в коротковолновом участке спектра Солнце является переменной звездой.

Помимо электромагнитного излучения (в том числе и рентгеновского, см. ЗиВ, 1967, № 4, 2—10), Солнце посылает еще потоки заряженных частиц вещества (*корпускулярное излучение*), например, атомов водорода, которые, двигаясь со скоростями до 3000 км/сек, взаимодействуют с земной ионосферой и вызывают полярные сияния, возмущения магнитного поля Земли («магнитные бури») и нарушения корот-

*) Иное выражение солнечной постоянной — $1,388 \cdot 10^6$ эрг/сек см^2 (получено с учетом ракетных исследований последних лет).

**) См. примечание на стр. 122.

***) В абсолютной шкале температур (шкала Кельвина), в которой началом отсчета является — $273^\circ,16$ С (*абсолютный нуль*).

****) $132 \cdot 10^{12}$ m в год. Один процент своей массы Солнце потеряет за 150 миллиардов лет.

*****) Ультрафиолетовое и рентгеновское излучения Солнца доступны изучению только с помощью космических ракет и ИСЗ, снабженных соответствующей аппаратурой.

коволновой радиосвязи. Это излучение меняется со временем и неодинаково в разных частях поверхности Солнца (АК, 1966, 150—165). Пять процентов энергии солнечного излучения приходится на нейтрино.

Видимую поверхность Солнца образует так называемая *фотосфера* (от греческого слова «фотос» — свет). Это — весьма условная граница газового солнечного шара, над которой находятся различные слои *солнечной атмосферы*. Можно определить фотосферу как весьма тонкий слой (не более 100—200 км толщиной), глубже которого наш взор не может проникнуть вследствие очень быстро возрастающей с глубиной непрозрачности. Быстрота возрастания непрозрачности с глубиной и ее абсолютное значение определяют резкость наблюдаемого края

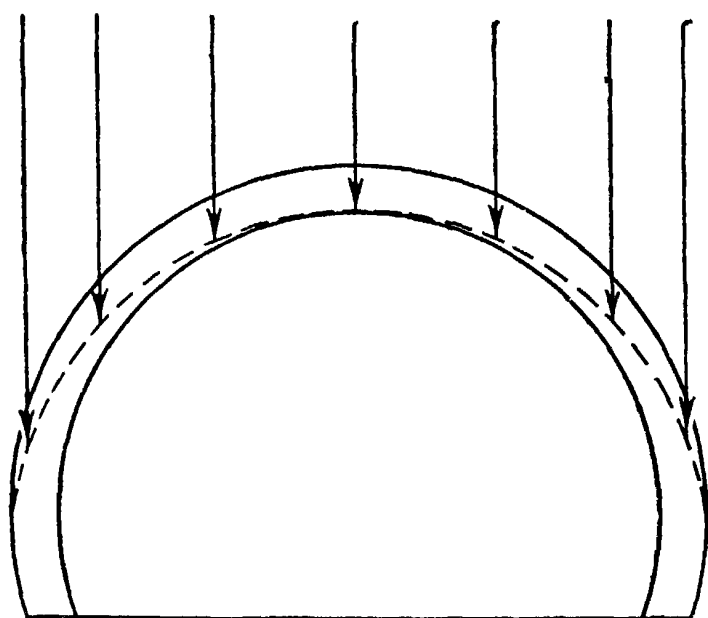


Рис 24. Объяснение явления потемнения к краю диска Солнца. Пунктирная линия определяет уровень, до которого проникает взор наблюдателя.

диска Солнца; она зависит от длины волны света, в которой мы рассматриваем Солнце. У края диска мы проникаем лишь до более высоких и, следовательно, более холодных слоев, чем в центре диска (рис. 24). От этого происходит *потемнение к краю* диска — яркость в центре диска больше средней яркости, а ближе к краю — меньше, причем *коэффициент потемнения к краю* является функцией длины волны — в красных лучах он меньше, чем в синих.

Как всякий излучающий газ при достаточно большой толщине слоя, фотосфера дает непрерывный спектр; распределение энергии в нем соответствует температуре около 6000°К . На поверхности Солнца мы находим различные образования: *солнечные пятна*, иногда видимые даже невооруженным глазом, *флоккулы* и *факелы* (более яркие, чем фотосфера) и *гранулы*, напоминающие разваренные рисовые зерна. У хорошо развившегося пятна заметна черная тень (или *ядро*), окруженная более светлой *полутенью* (рис. 25), в которой видны радиально расположенные светлые прожилки. По контрасту с ослепительно яркой фотосферой, тень представляется очень темной, однако сами по себе пятна светят очень ярко *), так как температура их достаточно высока ($4300\text{—}4700^{\circ}\text{К}$ **)). Пятна горячее расплавленной стали и ярче кратера электрической дуги; они разнообразны по своей форме, но большей частью округлы. Классификация пятен дана на стр. 312.

Когда путем подробного изучения спектров деталей солнечных пятен были определены скорости и направления движения вещества в них, выяснилось, что в верхних слоях хромосферы вещество втекает

*) Интенсивность ядра большого пятна составляет 0,3 интенсивности фотосферы, полутени — 0,8. Отношение интенсивностей $I_{\text{п}}/I_{\text{ф}}$ является функцией длины волны.

**) Однажды наблюдалось пятно, имевшее температуру всего 3680°К .

по направлению к центру ядра пятна, а в более низких слоях вещество движется от ядра пятна. Скорости этого движения вещества — несколько км/сек.

Образовавшись и развившись из еле заметной *пóры*, пятно «живет» от одного дня до нескольких месяцев и постепенно исчезает. Чем больше площадь пятна, тем больше продолжительность его жизни. Пятна часто достигают угловых размеров в $2'$, т. е. 90 000 км (в семь раз больше диаметра Земли). Изредка появляются гигантские пятна; так, например, с 8 до 17 марта 1947 г. наблюдалось сложное пятно длиной 214 600 км. Его поверхность занимала немного более 4000 миллионных долей видимой полусферы Солнца (в апреле достигла 6100 миллионных долей). Часто образуются пары (стр. 63) и даже группы пятен.

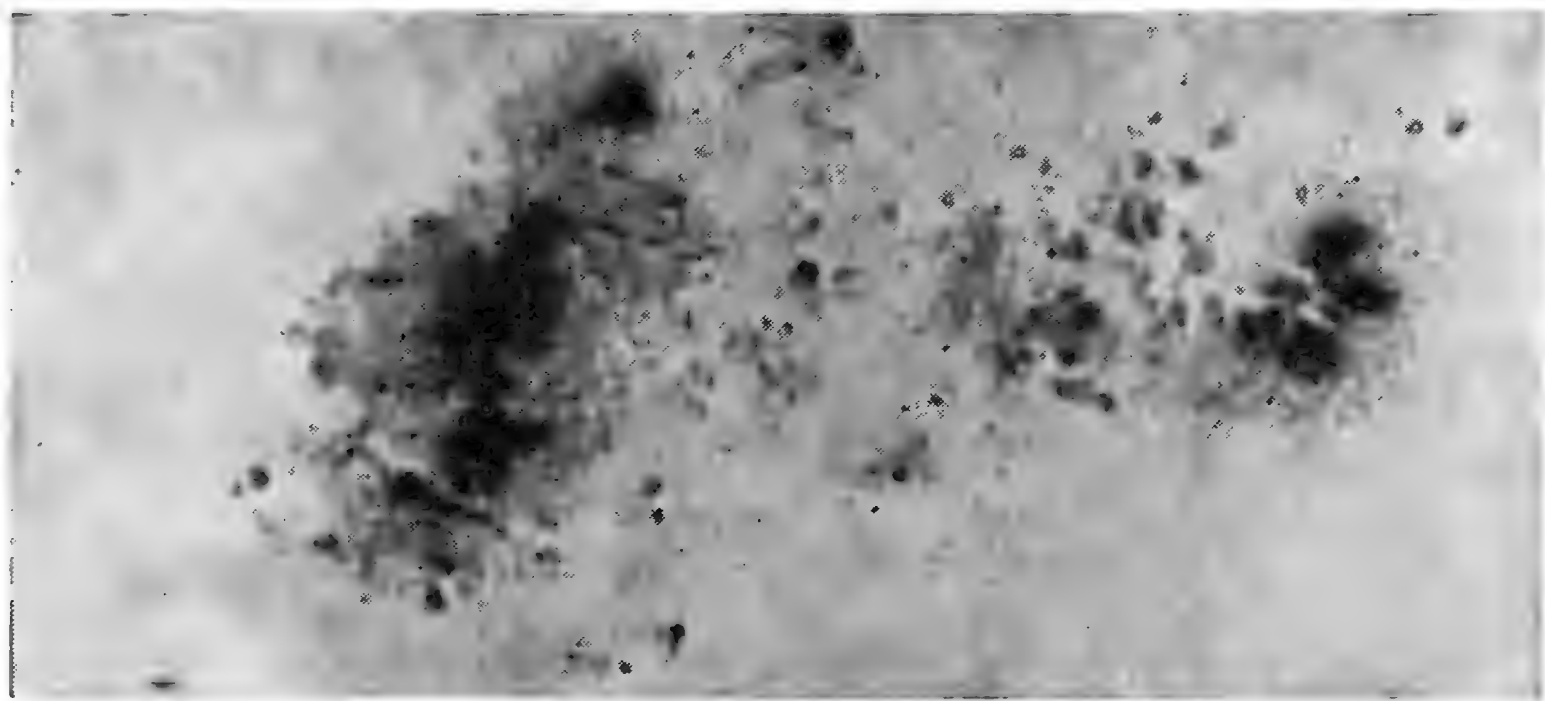


Рис. 25. Группа солнечных пятен.

Прохождение больших пятен или групп пятен через центральный меридиан Солнца зачастую сопровождается магнитными бурями на Земле. Пятна перемещаются от восточного края Солнца к западному, обнаруживая тем самым вращение Солнца вокруг его оси; одновременно они и сами несколько передвигаются по солнечной поверхности. Число пятен, а в особенности относительная величина покрываемой ими площади (т. е. доля площади всего полушария Солнца) являются характеристиками *солнечной активности* (см. ниже).

Гранулы — весьма нестойкие светлые образования овальной формы (рис. 26) — покрывают всю фотосферу как бы сеткой (*грануляция*). Продолжительность «жизни» отдельной гранулы — 1—2 минуты. Размеры гранул достигают $0'',5—0'',7$ или 400—500 км в поперечнике, в среднем же 100 км.

Температура гранул в среднем на 200° выше средней температуры фотосферы, а их яркость на 30% больше. Наличие быстро меняющихся гранул — свидетельство того, что вещество фотосферы находится в непрерывном движении. *Флоккулы*, которые заметны на спектрогелиограммах, полученных в лучах кальция, имеют вид волокон различной формы, примерно в 1,5 раза более ярких, чем фотосфера, вслед-

ствие их бóльшей температуры (на $200—300^{\circ}$). Они хорошо выделяются у краев солнечного диска, когда они заметны и в белом свете (т. е. на обычных фотографиях) и тогда называются *факелами*. Факелы находятся выше гранул и всегда окружают пятна (хотя могут наблюдаться и отдельно от них — перед образованием или после исчезновения пятен в этой области), а иногда образуют факельные поля, покрывая целые участки поверхности Солнца. Пятна, факелы и факельные

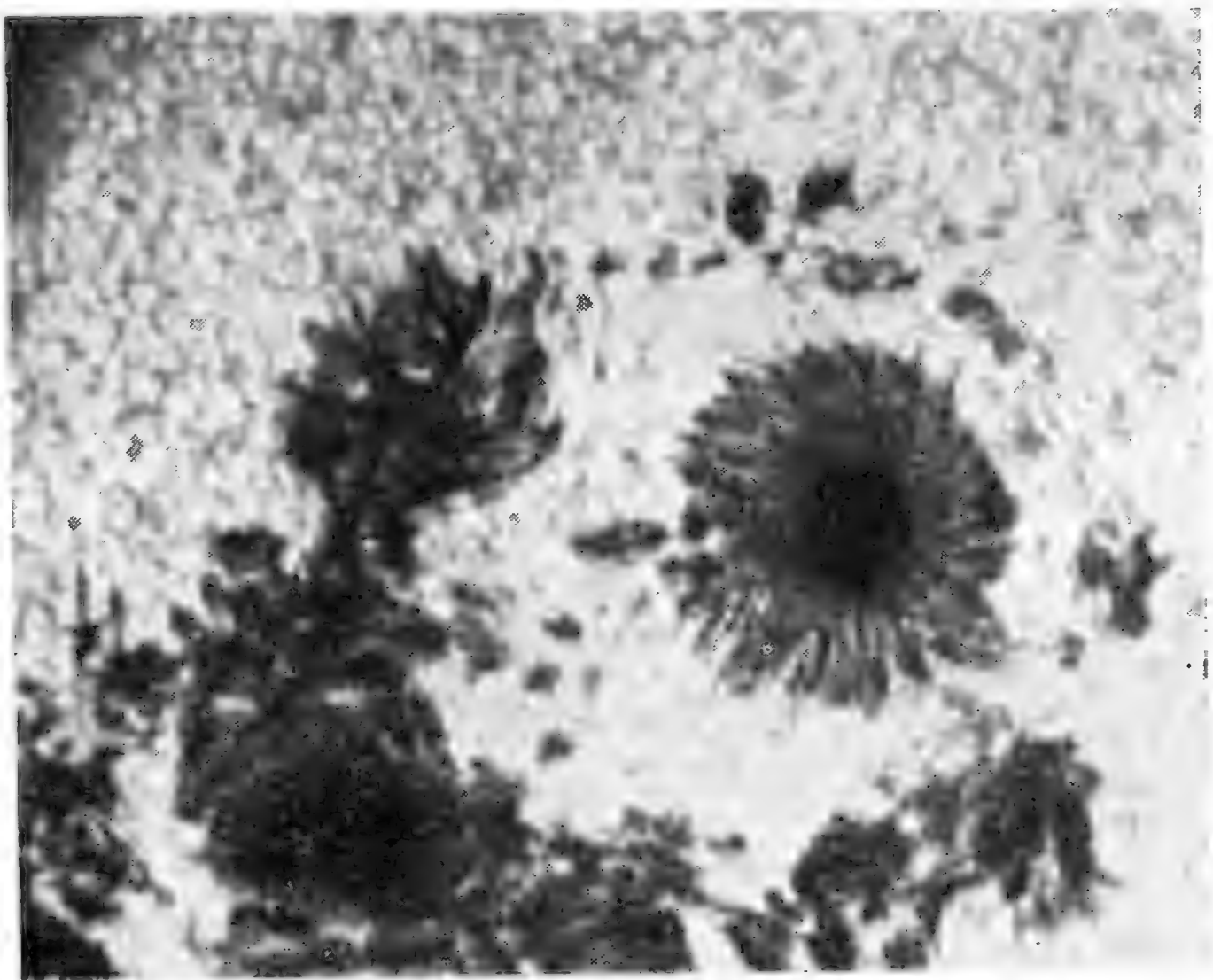


Рис. 26. Фотография солнечной грануляции и пятен, полученная 17 августа 1959 г в США на высоте около 25 км с помощью 12-дюймового кварцевого рефлектора в специальной монтировке, поднимаемого стратостатом.

поля являются областями повышенной солнечной активности и подчиняются закону 11-летней периодичности.

Наблюдениями движений солнечных пятен и спектральными наблюдениями других деталей поверхности Солнца установлено, что оно вращается вокруг своей оси не как твердое тело. Различные участки его поверхности движутся с различной скоростью. Наиболее быстрое вращение у экваториальной зоны: точки солнечного экватора совершают полный оборот за $25^{\text{д}},38$ *). На широте 15° время полного оборота составляет $25^{\text{д}},50$, на широте 30° — $26^{\text{д}},53$, на широте 60° — $31^{\text{д}},0$, а вблизи полюса около $35^{\text{д}}$. Суточная угловая скорость вращения, определенная по солнечным пятнам, равна

$$\eta = 14^{\circ},37 - 2^{\circ},60 \sin^2 \varphi,$$

*) Это — *сидерический* период вращения Солнца (по отношению к звездам) (ср. стр. 244). *Синодический* период вращения Солнца равен $27^{\text{д}},35$.

где φ — гелиографическая широта, отсчитываемая от экватора Солнца к его полюсам. Скорость движения точки экватора Солнца равна 2,0 км/сек.

Более ста лет назад (в 1844 г.) немецкий любитель астрономии аптекарь Г. Швабе обнаружил *периодичность* пятнообразовательной деятельности Солнца. В среднем за все время регистрации солнечных пятен каждые 11,13 года наступает *максимум* числа солнечных пятен. Наблюдались промежутки времени между максимумами от 7,3 до 17,1 года. На рис. 27 показано (с учетом полярности пятен) изменение

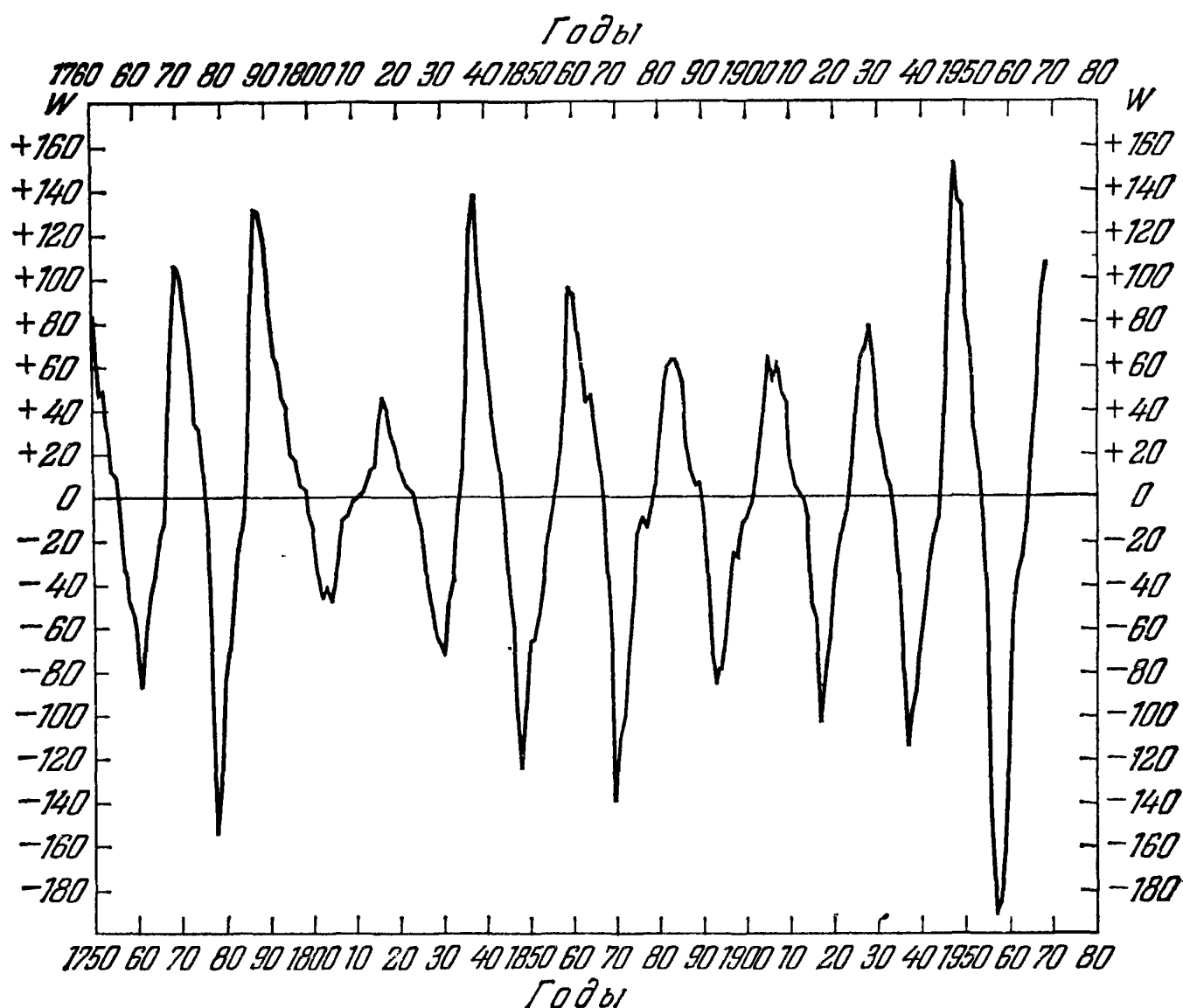


Рис. 27 Кривая солнечной активности: средние годовые числа солнечных пятен W с 1750 по 1968 г с учетом их полярности

числа солнечных пятен W (стр. 313) в году с 1750 по 1968 г. (табл. 21). Последний максимум солнечной деятельности пришелся на конец 1958 — начало 1959 г. Было подмечено, что цикл с высоким и острым максимумом сменяется циклом с более низким и более пологим максимумом. Кроме того, имеется период около 90 лет (вековой цикл), с которым меняется средняя высота максимума (иначе говоря, мощность солнечной активности). Этот период можно подметить даже на рис. 27. Возможно, что существуют еще более длинные циклы. (О солнечной активности см. ЗиВ, 1968, № 2, 27—36.)

Давно замечено, что пятна появляются не на всей поверхности Солнца. В начале каждого нового цикла пятна появляются (часто парами) по обе стороны от экватора, на гелиографических широтах

около $\pm 35^\circ$ *), причем в северном полушарии Солнца в каждой паре впереди (по ходу вращения Солнца) располагается пятно с северным магнетизмом, а позади — с южным (рис. 28) **). Напряженность магнитного поля пятен в несколько тысяч раз превышает напряженность магнитного поля у магнитных полюсов Земли. Чем больше пятно, тем больше напряженность его магнитного поля.

С течением времени пятна начинают появляться все ближе и ближе к экватору (*закон Шперера*), но редко ближе 6° от него, а ко времени минимума они исчезают. Наибольшее число пятен появляется близ широт $\pm 16^\circ$ ***).

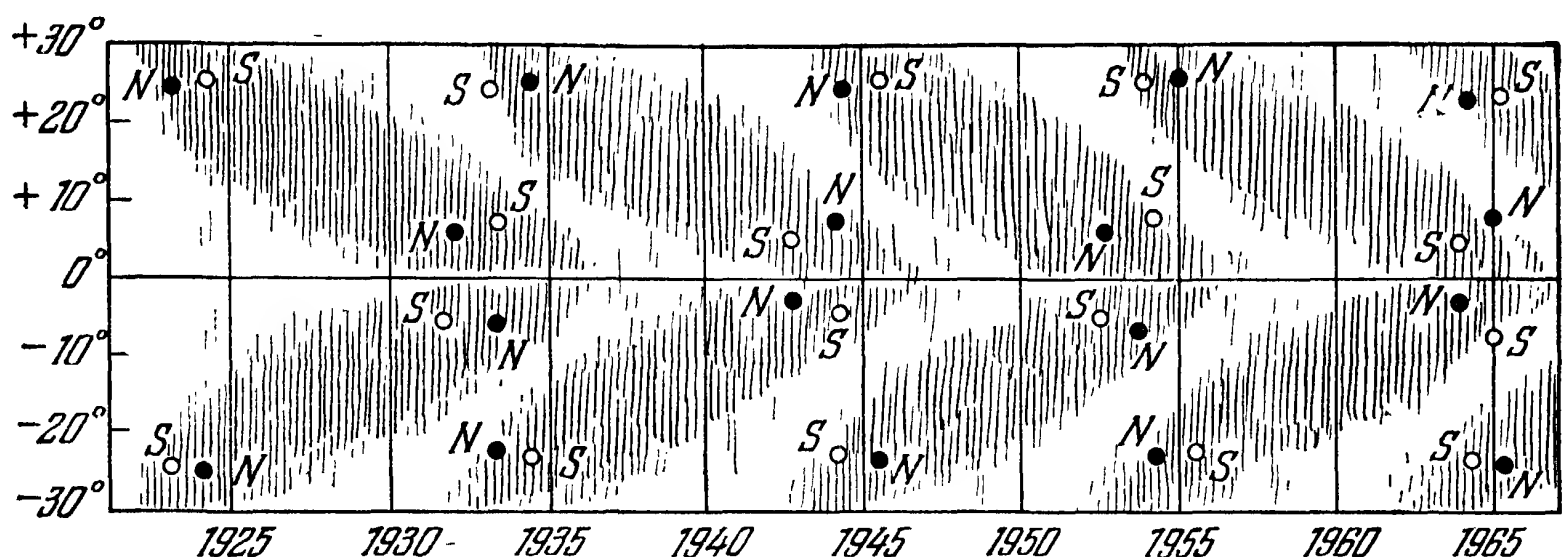


Рис. 28. Изменение средних гелиографических широт солнечных пятен с течением времени и магнетизм солнечных пятен различных циклов. Направление вращения слева направо, т. е. в эпоху 1924—1935 гг. в северном полушарии Солнца головное пятно имело отрицательную полярность.

При новом появлении пятна вновь располагаются в полосе близ $\pm 35^\circ$ гелиографической широты, но теперь в северном полушарии впереди идет пятно с южным, а позади пятно с северным магнетизмом. В южном полушарии Солнца изменение полярности пятен происходит в обратном порядке. Таким образом, можно считать, что полный период изменений солнечной активности составляет около 22 лет (*цикл Хэйла* или *магнитный цикл*). Изучение магнитных полей на Солнце, в особенности исследования советских астрономов в Крыму и в Пулкове, привели к представлению о том, что на Солнце нет единого магнитного поля. Слабые магнитные поля (в несколько эрстед) различной полярности (разного знака) существуют по всей поверхности Солнца. Они

*) Однако иногда они появляются значительно дальше от солнечного экватора. Так, например, 13 августа 1953 г. пятно площадью в 10 миллионов появилось на 52° северной гелиографической широты и держалось менее одного дня. 21—22 июня 1957 г. группа пятен появилась на широте $+50^\circ$.

**) Это же правило распространяется на магнитные поля факелов, окружающих солнечные пятна.

***) Работами М. Н. Гневышева на Кисловодской горной солнечной станции Пулковской обсерватории установлено, что в течение 11 лет развивается не один, а два максимума солнечной активности, отделенные двумя-тремя годами. Во время первого увеличивается число пятен на всех широтах, а во время второго — преимущественно в экваториальной зоне. Наложение двух циклов дает постепенное уменьшение средней широты зоны пятнообразования. Это позволяет объяснить наблюдавшиеся особенности усиления ионосферных и магнитных явлений, что очень важно для долгосрочного прогнозирования погоды.

причудливо перемешаны между собой, а линии нулевого магнитного поля (нейтральные линии поля) выюга между областями разной полярности «как речки меж холмов» *). Магнитные поля непрерывно меняются, усиливаясь к пятнам и группам пятен.

В активных областях Солнца наблюдаются местные магнитные поля с напряженностью до сотен эрстед. В магнитных полях больших пятен напряженность может достигать 4000 эрстед. Она изменяется вместе с изменением площади пятна.

Солнце окружено раскаленной, светящейся, но весьма разреженной *атмосферой*. Даже в самом нижнем слое солнечной атмосферы газовое давление в тысячу раз меньше, чем атмосферное давление на поверхности Земли. Плотность вещества в солнечной атмосфере (10^{-10} г/см^3) гораздо меньше, чем в земной.

Атмосферу Солнца условно делят на следующие слои, между которыми нет резких границ: обращающий слой, хромосферу и корону.

Обращающий слой (или верхние слои фотосферы) толщиной около 500 км содержит большое число химических элементов. О присутствии этих элементов мы судим по темным линиям (*линиям поглощения*) в спектре Солнца. В основном именно в обращающем слое происходит поглощение, рассеяние и переизлучение энергии во всех направлениях, вызывающее появление темных *фраунгоферовых линий* (стр. 265). Температура обращающего слоя около 5000° **).

Хромосфера. Во время полных солнечных затмений в течение нескольких секунд можно видеть хромосферу и фотографировать ее

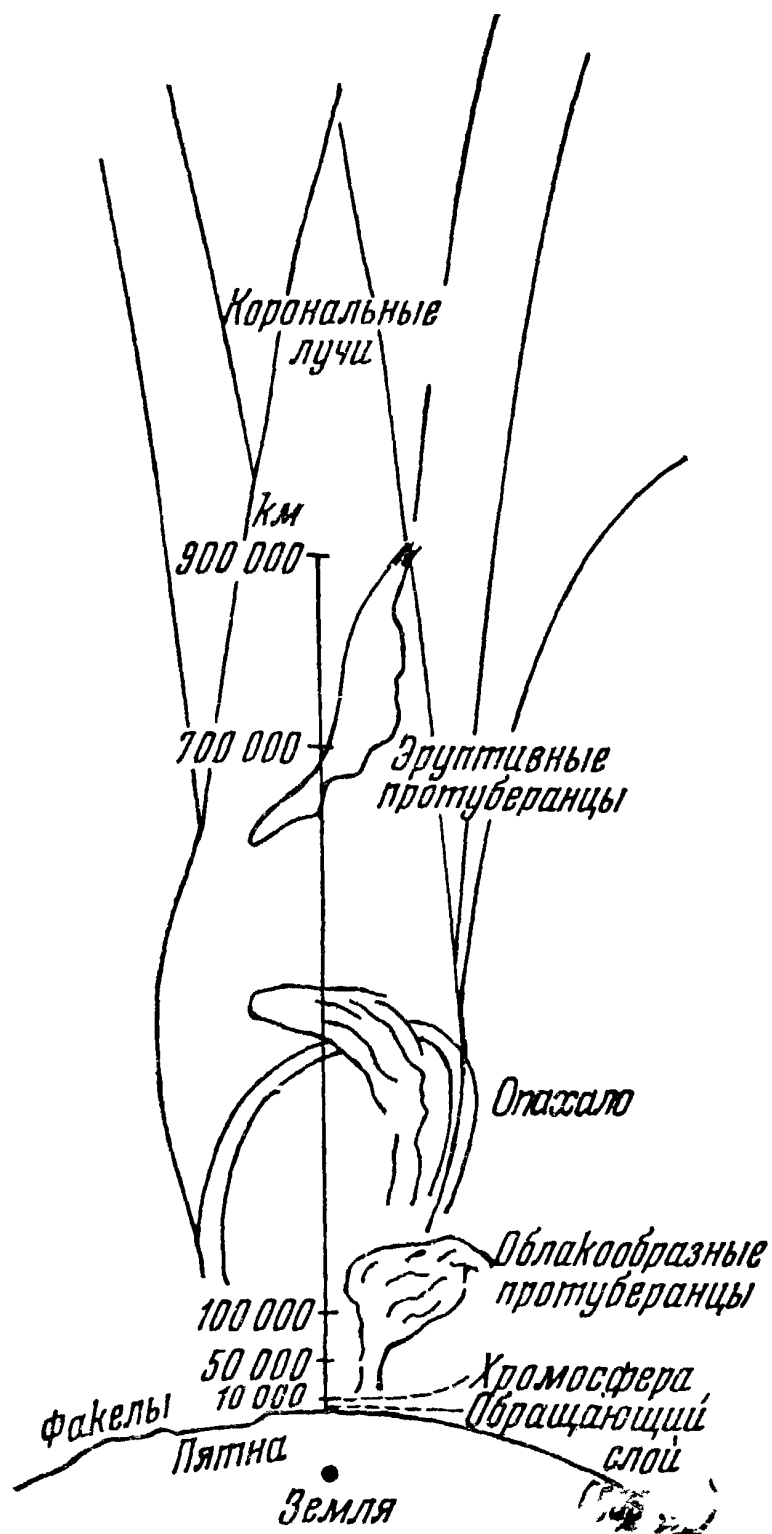


Рис. 29. Строение солнечной атмосферы (схематически). Для сравнения показаны размеры Земли.

*) См. В. А. Крат «Фотосфера Солнца», Природа, 1962, № 11, 41—46.

**) Резкой границы, как и резкого различия физических свойств, между фотосферой и обращающим слоем не существует. Фотосфера в основном определяет видимый резкий край солнечного диска, хотя и в ней происходят процессы, обуславливающие образование линий поглощения. В обращающем слое эти процессы преобладают. Астрофизики теперь предпочитают вовсе не говорить об «обращающем слое», а говорят в этих случаях просто о «верхних слоях фотосферы».

спектр («спектр вспышки» *) (рис. 30). Этот спектр состоит из одних ярких линий, присущих веществам, составляющим хромосферу, — темные линии спектра обращаются в яркие, а непрерывный спектр почти гаснет. Особенно интенсивны линии ионизованного кальция, водорода, гелия и магния. По изменению интенсивности различных ярких линий в течение нескольких секунд видимости «спектра вспышки» можно судить о физических условиях на тех высотах над фотосферой, где они образуются.

Хромосфера возвышается над обращающим слоем на 12—14 тыс. км, имеет ярко выраженный красный цвет **), температура нижних слоев хромосферы 5000—6000°. «В профиль» (т. е. рассматриваемая

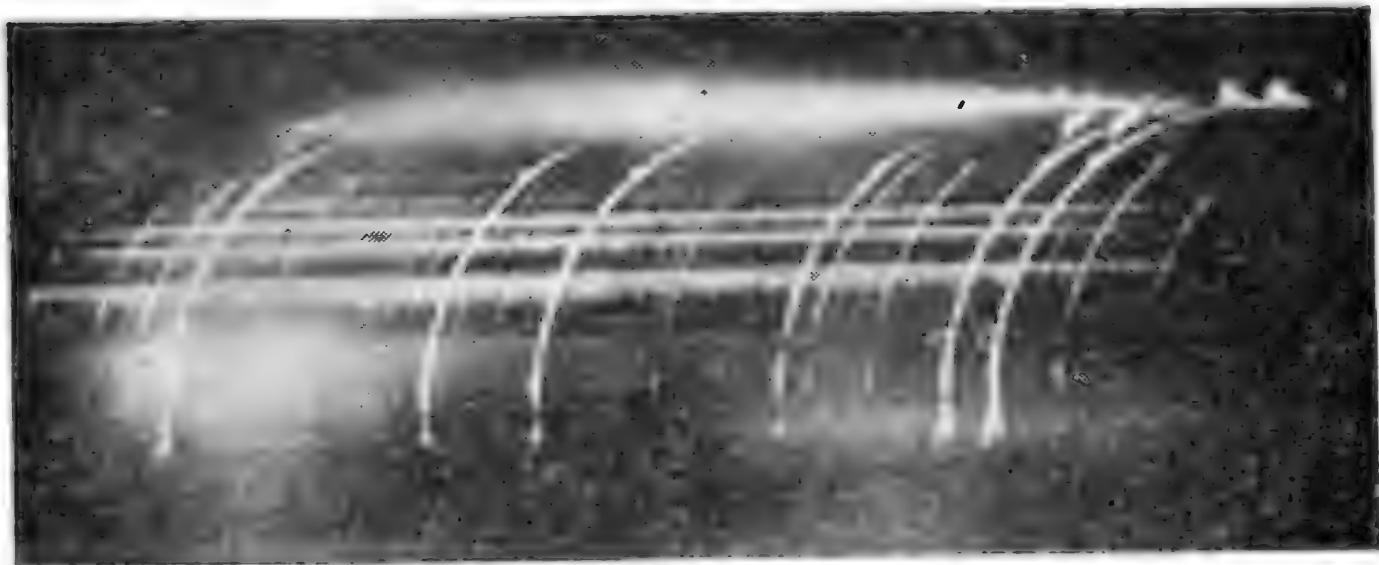


Рис. 30. Спектр вспышки.

у края Солнца) хромосфера имеет весьма изрезанный вид, она как бы состоит из множества горящих травинок. Самые высокие из них, так называемые *спикулы*, возвышаются на несколько тысяч километров над средним уровнем хромосферы, имея ширину «основания» 600—1000 км. Время их существования от 0,5 минуты до 3—5 минут. Спикулы, по-видимому, связаны с солнечной грануляцией. Их больше у полюсов, чем у экватора Солнца. Минимум появления спикул — около $\pm 35^\circ$ гелиографической широты. Скорость выброса вещества спикул вверх около 20 км/сек.

Громадные выступы раскаленного светящегося вещества, хорошо видимые во время полных солнечных затмений и наблюдаемые вне затмений с помощью особых спектральных приборов (*протуберанц-спектроскопов*) или *интерференционных фильтров*, называются *протуберанцами*. Много ценных сведений о солнечных протуберанцах и их быстрых изменениях было получено путем кинематографирования их методом замедленной съемки. По виду протуберанца, по скорости и особенностям движения вещества в нем его можно отнести к одному из следующих классов.

*) Не смешивать это устаревшее название «спектр вспышки» с кратковременными хромосферными вспышками (см. ниже).

**) Так как большая часть излучения приходится на красную эмиссионную линию водорода (H_α).

Спокойные протуберанцы — движения вещества и изменение формы в них медленные; время существования — недели и даже месяцы; наблюдаются во всех гелиографических широтах (рис. 31).

Активные протуберанцы — в них происходят довольно быстрые движения потоков вещества от протуберанца к фотосфере, от одного протуберанца к другому.

Эруптивные, или изверженные, протуберанцы по виду напоминают громадные фонтаны, достигающие высот до 1,7 млн. км над поверхностью Солнца. Движения сгустков вещества в них происходят быстро.



Рис. 31. Спокойный, или облакообразный протуберанец (тип II). Фотография получена на Кисловодской горной солнечной станции с помощью коронографа, построенного по схеме Б. Лео.

Протуберанцы извергаются с громадными скоростями в сотни километров в секунду *) и довольно быстро изменяют свои очертания. При увеличении высоты протуберанец слабеет и как бы рассеивается (рис. 32). В некоторых протуберанцах наблюдались резкие изменения скорости движения отдельных сгустков. Эруптивные протуберанцы непродолжительны.

Корональные протуберанцы возникают над хромосферой в виде небольших облачков, сливающихся затем в одно облако, из которого отдельными струями вниз к хромосфере спускаются потоки светящегося вещества.

*) Наибольшая зарегистрированная скорость 720 км/сек.

Следующая классификация протуберанцев, учитывающая характер движения материи в них и форму протуберанцев, выработана в КрАО.

I тип (встречается редко) имеет форму облака или струи дыма. Развитие начинается от основания — вещество протуберанца поднимается по спирали на большие высоты. Скорость движения вещества

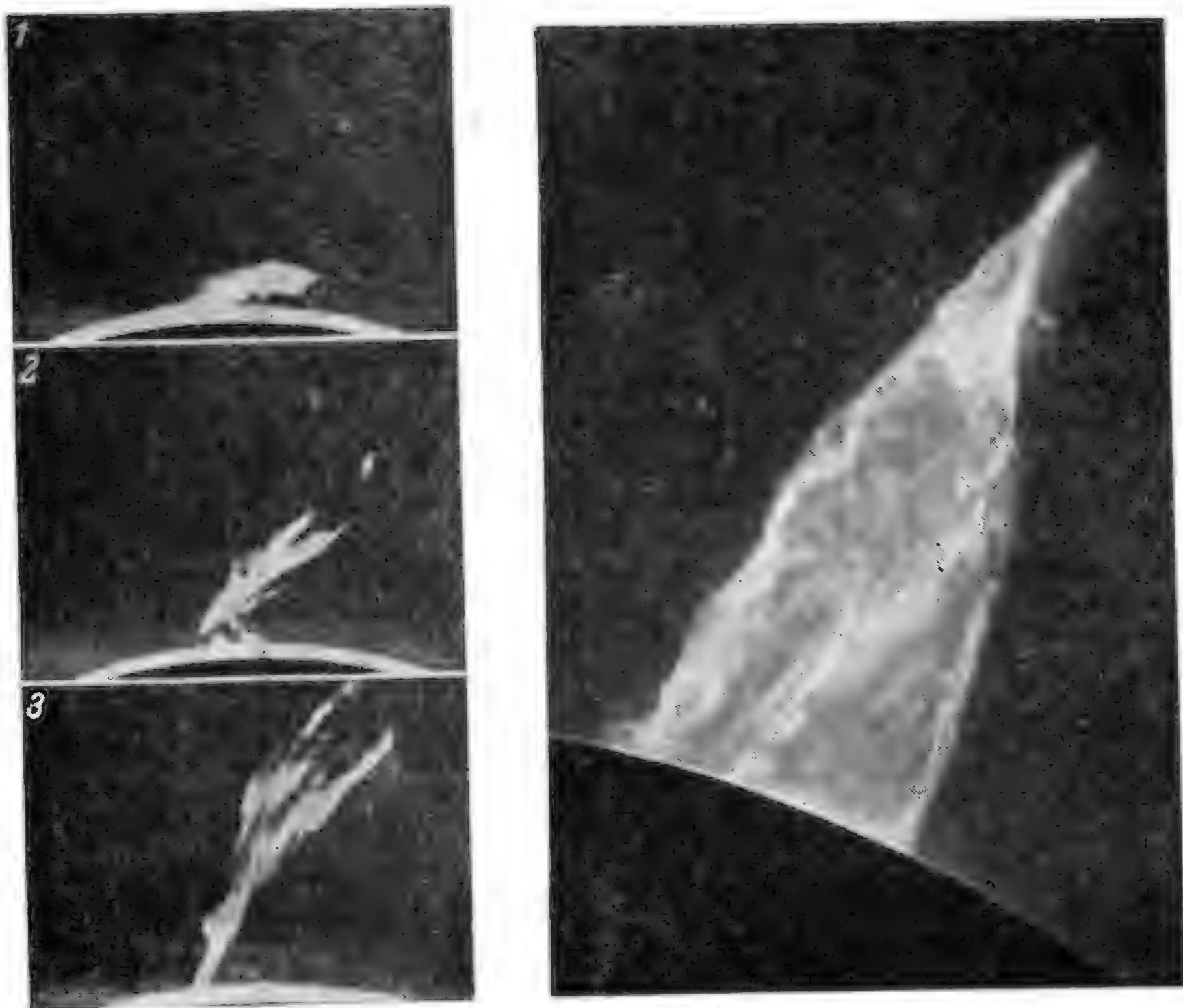


Рис. 32. Эруптивные протуберанцы. Слева — протуберанец 17 сентября 1937. (тип III) 1 — $14^{\text{h}} 51^{\text{m}}$, 2 — $15^{\text{h}} 06^{\text{m}}$, 3 — $15^{\text{h}} 14^{\text{m}}$. Справа — протуберанец, снятый 11 апреля 1959 г. И. Клепештой на коронографе Пражской народной обсерватории.

может достигать 700 км/сек . На высоте около 100 тыс. км от протуберанца отделяются куски, падающие затем обратно по траекториям, напоминающим силовые линии магнитного поля.

II тип имеет форму искривленных струй, начинающихся и кончающихся на поверхности Солнца. Узлы и струи движутся как бы по магнитным силовым линиям. Скорости движения сгустков меняются от нескольких десятков км/сек до 100 км/сек . На небольших высотах (несколько сотен тысяч км) струи и сгустки угасают.

III тип имеет форму кустарника или дерева; достигает очень больших размеров. Движения сгустков (до десятков км/сек) имеют характер неупорядоченных движений.

На фотографии, снятой в лучах спектральной линии водорода или кальция (такие снимки называются спектрогелиограммами), можно увидеть протуберанец в виде темного волокна (рис. 33). Кинетическая температура спокойных протуберанцев $15\,000^\circ$, активных $25\,000^\circ$ *).

Химический состав протуберанцев соответствует составу обрабатываемого слоя, однако физические условия в них таковы, что в спектре спокойных протуберанцев преобладают линии водорода и однажды

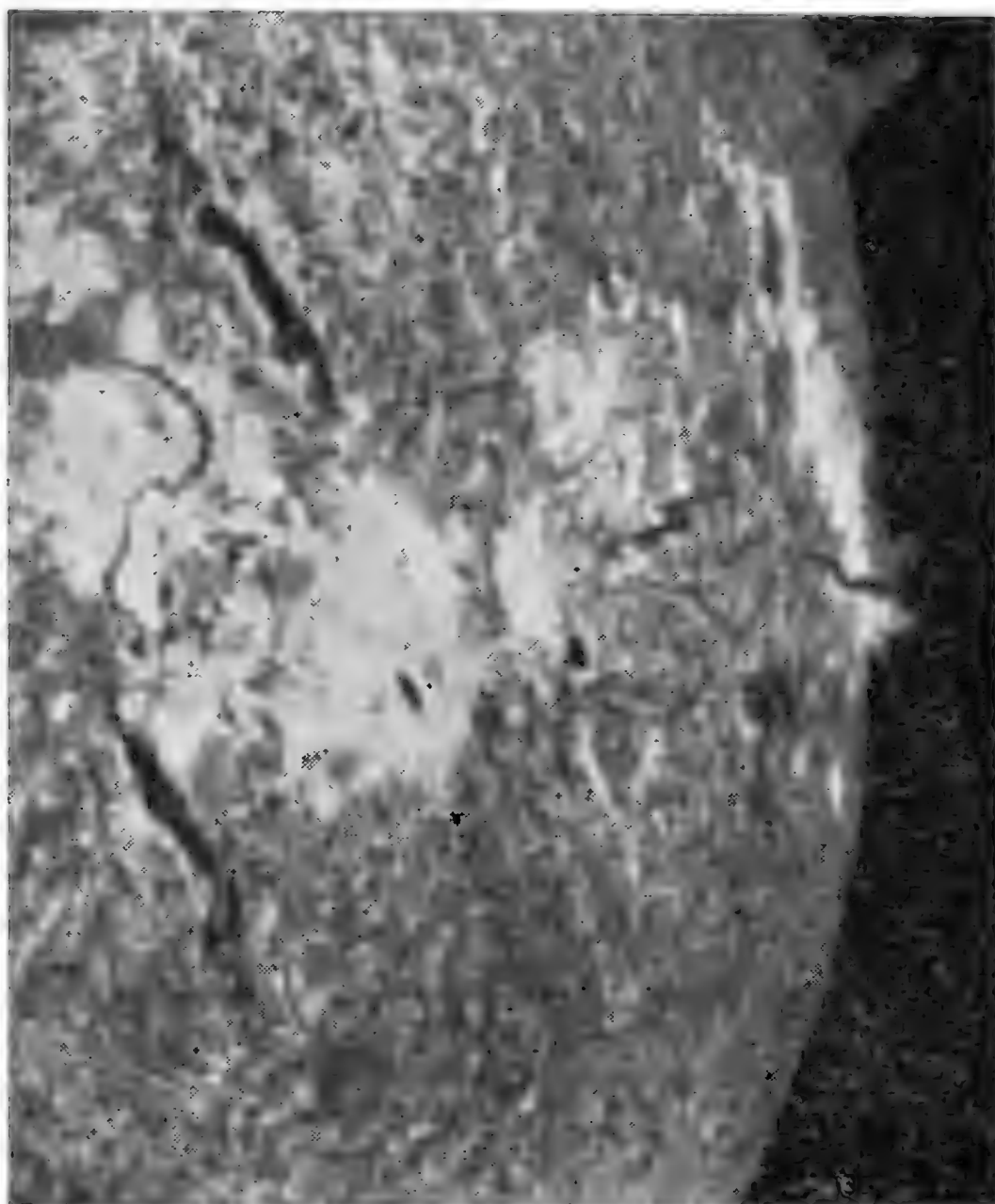


Рис. 33. Спектрогелиограмма в лучах линии H_α водорода. Видны яркие флоккулы и темные волокна.

ионизованного кальция; в протуберанцах, связанных с солнечными пятнами (такова большая часть изверженных), выделяются также линии различных металлов.

Полной теории, объясняющей разнообразные явления, связанные с солнечными протуберанцами, еще нет. Несомненно, что, помимо силы тяжести, тут играют большую роль электрические и магнитные силы.

Корона представляет собой самые внешние слои солнечной атмосферы, простирающиеся на расстояние до нескольких радиусов Солнца от его поверхности и имеющие очень малую плотность **). Лишь во

*) См. примечание на стр. 70.

**) Во внутренней короне плотность составляет 10^{-15} — 10^{-17} г/см³ и убывает с удалением от Солнца.

время полных солнечных затмений корона ясно видна как лучистое сияние нежного желтовато-серебристого цвета и характерна формой прямых и изогнутых корональных лучей и опахал (или арок). Лучи идут в радиальных направлениях, а опахала как бы стягивают дугами различные точки края солнечного диска. Форма солнечной короны весьма существенно зависит от фазы солнечного цикла, т. е. от степени солнечной активности (рис. 34).

Корона состоит из чрезвычайно разреженной *плазмы*, т. е. ионов и свободных электронов.

По виду спектра различают *внутреннюю* (или истинную) *корону* или К-корону (до высоты 200 000 км над фотосферой) и *внешнюю* *корону* или F-корону (выше этой границы) *).

В спектре внутренней короны на фоне слабого непрерывного спектра (повторяющего распределение энергии в спектре фотосферы Солнца) обычно наблюдается до 26 ярких (эмиссионных) линий, которых нет ни в спектре хромосферы, ни в спектре других частей солнечной атмосферы.

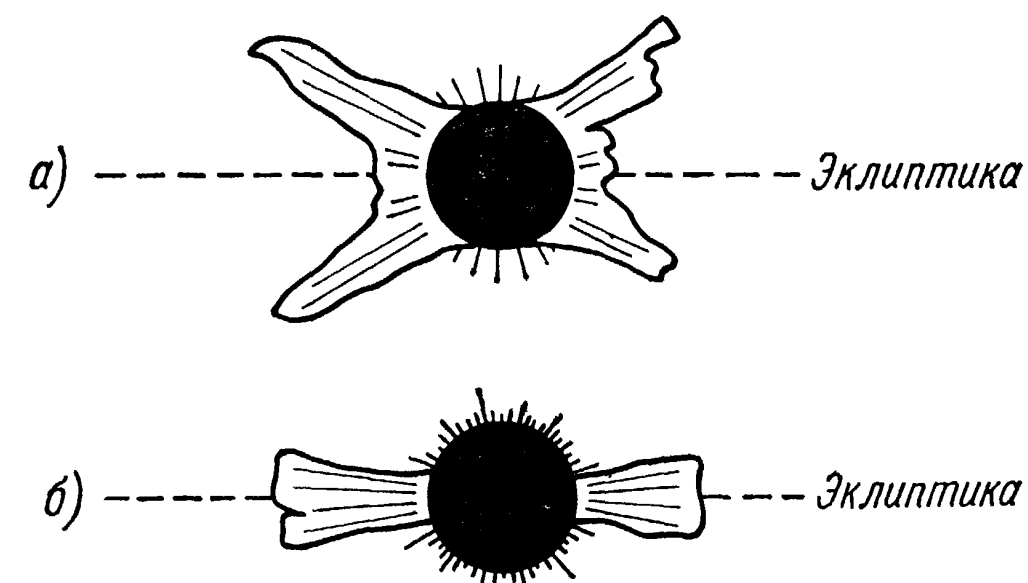


Рис. 34. Схема формы солнечной короны во время максимума солнечной деятельности (а) и во время минимума (б).

Самые яркие из них — это ультрафиолетовая линия $3388 \text{ \AA}$ (Fe XIII), зеленая линия $5303 \text{ \AA}$ (Fe XIV), красные $6374 \text{ \AA}$ (Fe X) и $7892 \text{ \AA}$ (Fe XI) и инфракрасные линии $10\,747 \text{ \AA}$ и $10\,798 \text{ \AA}$ (Fe XIII). Долгое время корональные линии представляли собой загадку. Их даже приписывали особому элементу — «коронию». Однако впоследствии было доказано, что корональные линии спектра Солнца — это «запрещенные» линии многократно ионизованных (до 15 раз!) атомов железа, аргона, никеля и кальция и некоторых других элементов, что свидетельствует о температуре короны порядка миллиона градусов **). Такая высокая температура внутренней короны подтверждается также наблюдениями радиоизлучения Солнца (стр. 73). Поляризация света короны, достигающая 50% на расстоянии $0,5 R_{\odot}$ от края диска, свидетельствует о том, что рассеяние света фотосферы происходит на свободных электронах, которые являются продуктом ионизации вещества

*) На вид внешней короны и наблюдаемый состав ее излучения оказывает влияние рассеяние света мельчайшими твердыми частицами — пылинками, находящимися далеко за пределами самых внешних частей самой короны (это как бы внутренний зодиакальный свет; см. рис. 35).

**) Столь высокие температуры разреженной среды далеко выходят за обычные представления о тепле и холоде. Как известно, в физике температура газовой среды определяется тепловыми скоростями беспорядочного движения частиц, образующих среду (так называемая *кинетическая температура*). Указанная температура короны в миллион градусов и является ее кинетической температурой.

короны (кроме перечисленных имеются следующие ионы: Ni XII, Ni XIII, Ni XV, Ni XVI, Ca XII, Ca XV, Ar X и другие).

Внешняя корона дает в основном отраженный солнечный спектр. Между внутренней и внешней короной нет резкой границы. Сопоставление спектров и исследование уменьшения интенсивности солнечной короны с расстоянием от края Солнца (рис. 35) показали, что внешняя корона и зодиакальный свет имеют одну и ту же пылевую составляющую.

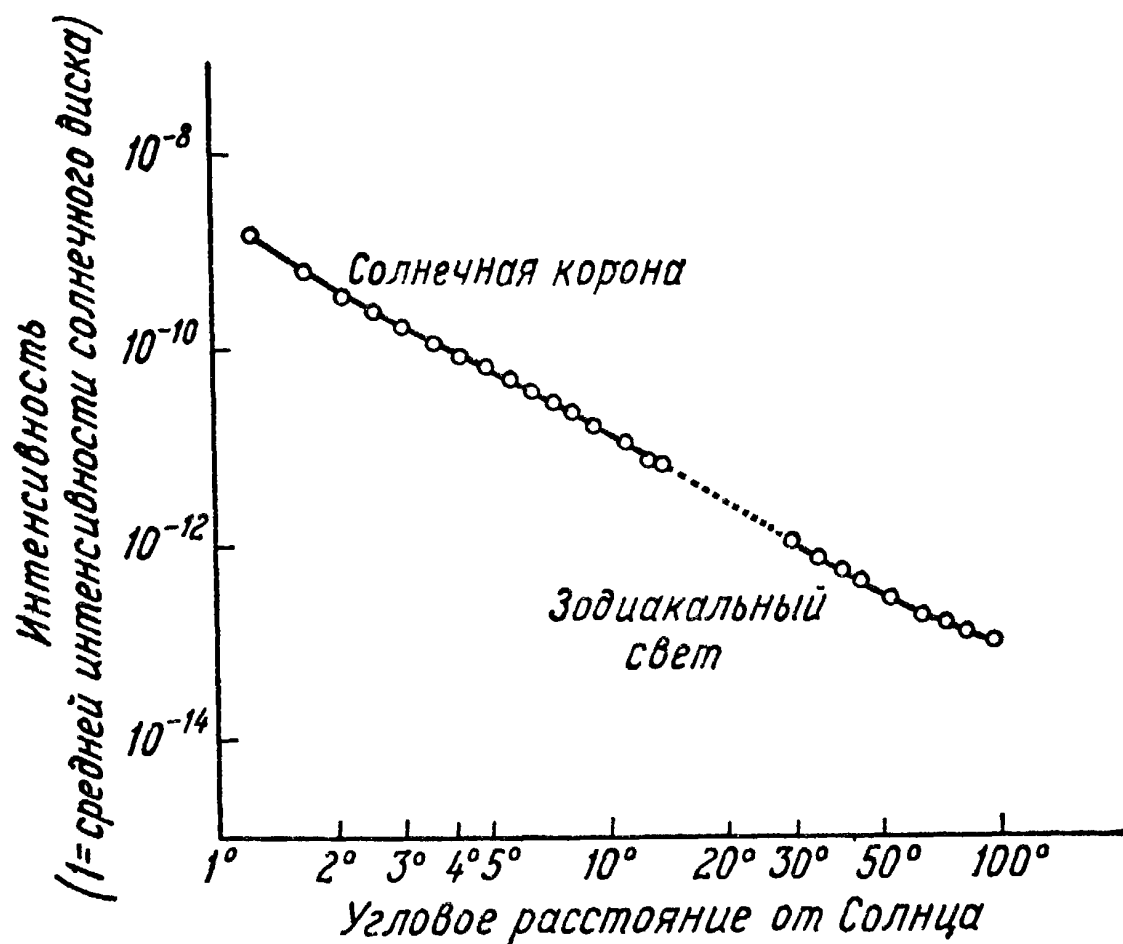


Рис 35. Интенсивность солнечной короны и зодиакального света, выраженная в единицах интенсивности солнечного диска.

Лишь в 1930 г. научились фотографировать внутреннюю корону вне затмения *), однако наилучшие снимки короны получены все же во время полных солнечных затмений (рис. 36). Общий свет короны составляет примерно одну миллионную долю света Солнца или половину света полной Луны.

Солнечная корона меняет свою форму, размеры, интенсивность и расположение лучей в зависимости от фазы пятнообразовательной деятельности (рис. 34). При минимуме пятен корона слаба, лучи видны только в экваториальной области. При максимуме пятен яркие лучи короны идут во все стороны от диска Солнца, иногда до расстояний в 15—20 радиусов самого Солнца **).

Из 104 химических элементов, известных в настоящее время на Земле, спектральным путем на Солнце открыто около 70, в том числе, по-видимому, дейтерий и радиоактивный элемент торий. Тринадцать элементов дают в видимой области солнечного спектра сотни и даже

*) С помощью особого *внезатменного коронографа*, изобретенного французским астрономом Б. Лио.

**) При наблюдении с воздушного шара полного солнечного затмения были отмечены лучи до расстояния в $50 R_{\odot}$!

тысячи линий (так, например, железо Fe 3288 линий, титан Ti 1085, хром Cr 1028, кобальт Co — 785 линий и т. д.). Отсутствие линий остальных химических элементов не говорит об отсутствии этих элементов на Солнце вообще; они могут давать линии в недоступной пока наблюдению части солнечного спектра. Если же какого-либо элемента на Солнце мало, то линии в спектре будут вообще незаметны. Всего от $\sim 3000 \text{ \AA}$ до $13\,500 \text{ \AA}$ зарегистрировано около 26 000 линий спектра.

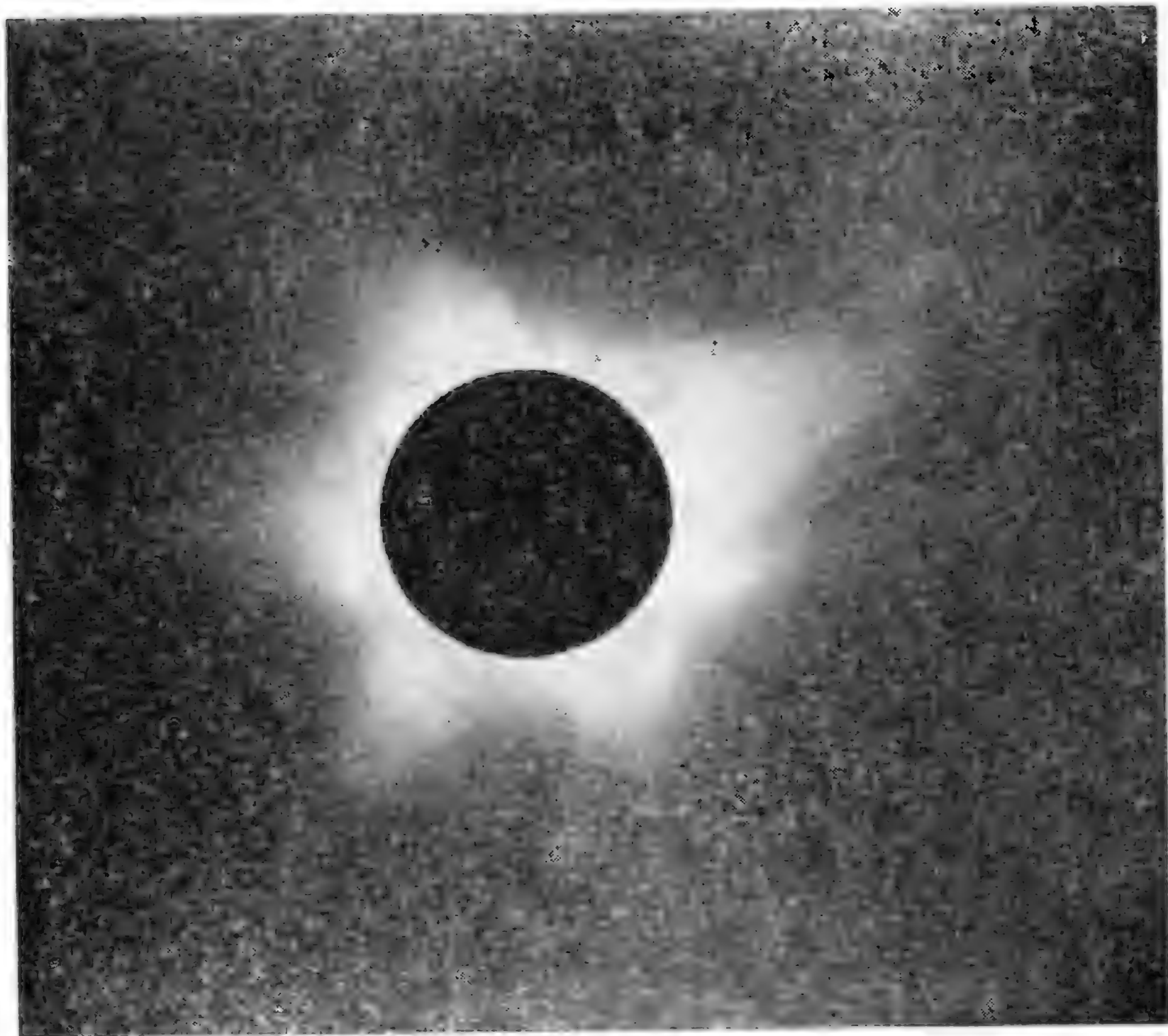


Рис. 86. Фотография солнечной короны, полученная А. А. Михайловым 19 июня 1936 г.

В таблице III приведено относительное содержание ряда химических элементов в солнечной атмосфере.

Солнце более чем на 70% по массе состоит из водорода и на 28% из гелия. На все остальные элементы приходится менее 2%. Кроме линий, соответствующих излучению (и поглощению) атомов различных элементов, в спектре Солнца присутствуют молекулярные линии поглощения, соответствующие следующим двухатомным молекулам: CN, C₂, CH, NH, OH, CaH, MgH, AlH, SiH, H₂, SiF, BO, AlO, TiO, FeO, ZrO, OH и некоторым другим.

Явления, протекающие во внешних слоях и в атмосфере Солнца, в большинстве своем представляются еще довольно загадочными и

**Относительное содержание 19 из 70 открытых в атмосфере Солнца элементов
(по Д. Ламберту и Б. Уорнеру, 1968)**

Элемент	Обозн.	lg N	N атомов	Элемент	Обозн.	lg N	N атомов
Водород	H	12,00	$1,0 \times 10^{12}$	Хром	Cr	5,47	$3,0 \times 10^5$
Гелий	He	10,95	$9,0 \times 10^{10}$	Фосфор	P	5,43	$2,7 \times 10^5$
Кислород	O	8,77	$5,9 \times 10^8$	Никель	Ni	5,08	$1,2 \times 10^5$
Углерод	C	8,55	$3,5 \times 10^8$	Калий	K	5,05	$1,1 \times 10^5$
Азот	N	7,93	$8,5 \times 10^7$	Марганец	Mn	4,88	$7,6 \times 10^4$
Кремний	Si	7,55	$3,5 \times 10^7$	Титан	Ti	4,50	$3,2 \times 10^4$
Сера	S	7,21	$1,6 \times 10^7$	Ванадий	V	3,92	$8,2 \times 10^3$
Железо	Fe	6,51	$3,2 \times 10^6$	Кобальт	Co	3,53	$3,4 \times 10^3$
Алюминий	Al	6,40	$2,5 \times 10^6$	Скандий	Sc	3,04	$1,1 \times 10^3$
Натрий	Na	6,18	$1,5 \times 10^6$				

не имеют полного объяснения. Такова, например, 11-летняя (точнее, 22-летняя) периодичность солнечной активности, проявляющаяся в образовании пятен, факелов и факельных полей, протуберанцев и в изменении формы солнечной короны. Загадочной является также перемена знака магнитных полей пятен при появлении пятен нового солнечного цикла. Не имеет объяснения и постепенное уменьшение гелиографической широты появления пятен в течение одного цикла.

Помимо обычного излучения, исходящего от Солнца, и корпускулярного излучения (т. е. потоков заряженных частиц-ионов, имеющих скорости от 30 до 1000 км/сек и плотность в окрестностях Земли от 5 до 50 частиц в 1 см³), называемого «солнечным ветром» *), в 1942 г. обнаружено интенсивное радиоизлучение Солнца с длиной волны от нескольких мм до 15—30 м. Более короткое и более длинноволновое радиоизлучение не пропускается земной атмосферой. Наблюдения, произведенные советской экспедицией в Бразилии 20 мая 1947 г., показали, что во время полной фазы затмения интенсивность радиоизлучения упала лишь вдвое, тогда как интенсивность общего излучения уменьшилась в миллион раз. Это говорит о том, что радиоизлучение Солнца исходит главным образом от солнечной атмосферы: в миллиметровом диапазоне радиоволн — от верхних слоев фотосферы, в сантиметровом диапазоне — от хромосферы, в метровом — от короны (рис. 37). Обычно солнечное радиоизлучение в метровом диапазоне соответствует излучению абсолютно черного тела с температурой в

*) В последние годы выяснилось, что при температуре в центре Солнца порядка 15 млн. градусов создаются условия для образования нейтрино — частиц, которые, двигаясь со скоростью света, могут свободно (т. е. без поглощения) проходить сквозь толщу, эквивалентную миллиарду таких тел, как Земля. 80 миллиардов солнечных нейтрино проходят каждую секунду через квадратный сантиметр поверхности, перпендикулярной к направлению солнечных лучей. Солнце теряет в форме нейтрино энергию, которая, вероятно, соответствует 5% его энергии свечения. У звезд с более высокой центральной температурой поток нейтрино должен быть еще больше.

миллион градусов (что совпадает с температурой, полученной для внутренней короны), но иногда наблюдаются вспышки, соответствующие температуре в несколько сотен миллионов градусов.

Таким образом, интенсивность радиоизлучения Солнца непосредственно связана с процессами солнечной активности.

Эти процессы отражаются на Земле в виде магнитных возмущений и бурь, полярных сияний и других электрических явлений в земной атмосфере, которые приводят к нарушению радиосвязи, а иногда даже и телеграфной связи. Нарушения радиосвязи на коротких волнах

бывают связаны и с внезапно возникающими *хромосферными вспышками* на Солнце, которые вызывают резкое увеличение потока коротковолнового ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца, а также его корпускулярного излучения (солнечный ветер резко усиливается, скорости заряженных частиц достигают 1000 км/сек и даже больше).

Вспышки всегда появляются в центрах солнечной активности, например, в группе пятен, иногда между двумя пятнами, составляющими магнитную пару, и проявляют себя резкими повышениями яркости. Так, например, 23 февраля 1956 г. наблюдалась область повы-

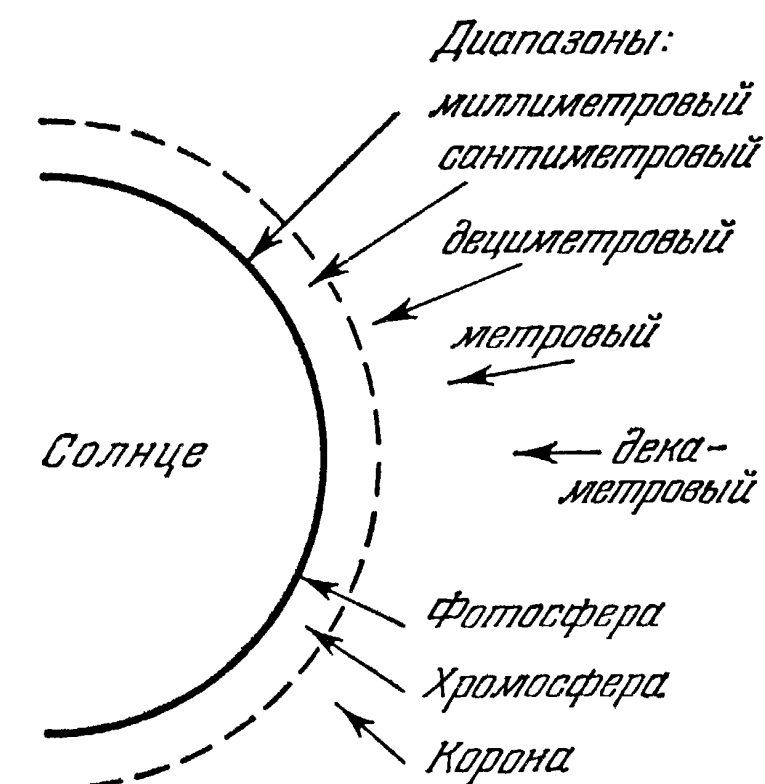


Рис. 37. Схематическое представление об уровнях возникновения радиоизлучения различных диапазонов волн на Солнце

шенной активности, породившая ряд эруптивных протуберанцев и вспышку, которая соответствовала взрыву миллиона водородных бомб! 20 января 1957 г. произошла интенсивная вспышка, которая через 26 часов вызвала на Земле сильную магнитную бурю, полярное сияние, перебои в телефонной связи и т. д.

Продолжительность вспышек — от нескольких минут до двух-трех часов. Кривая блеска весьма несимметрична: подъем совершается не больше чем за 5—10 минут, уменьшение блеска — медленнее.

Возможно, что причиной вспышек являются бурные ядерные реакции, происходящие не в недрах Солнца, а близко к его поверхности (вероятно, такое же явление происходит во время вспышек переменных звезд типа UV Кита; см. стр. 154). Другое объяснение учитывает особенности расположения вспышек посередине между солнечными пятнами различной полярности (в «нейтральных точках») и связывает их со столкновениями электронов с ионами в хромосфере.

Связь солнечных явлений с земными сказывается не только в электрических и магнитных свойствах атмосферы, но и вообще в метеорологии, определяющей погоду и климат на Земле. Проблема «Солнце — Земля» изучается сетью специальных геофизических обсерваторий и Служб Солнца, которым могут оказать помощь и любительские наблюдения.

5. Солнечная система

Солнечная система включает центральное светило — Солнце, девять больших планет с их 32 спутниками, более 150 тысяч малых планет (астероидов), около 100 известных короткопериодических комет *), более 50 известных метеорных роев, пылеобразное вещество, образующее так называемый зодиакальный свет (стр. 110), и некоторое количество рассеянного в межпланетном пространстве метеорного вещества

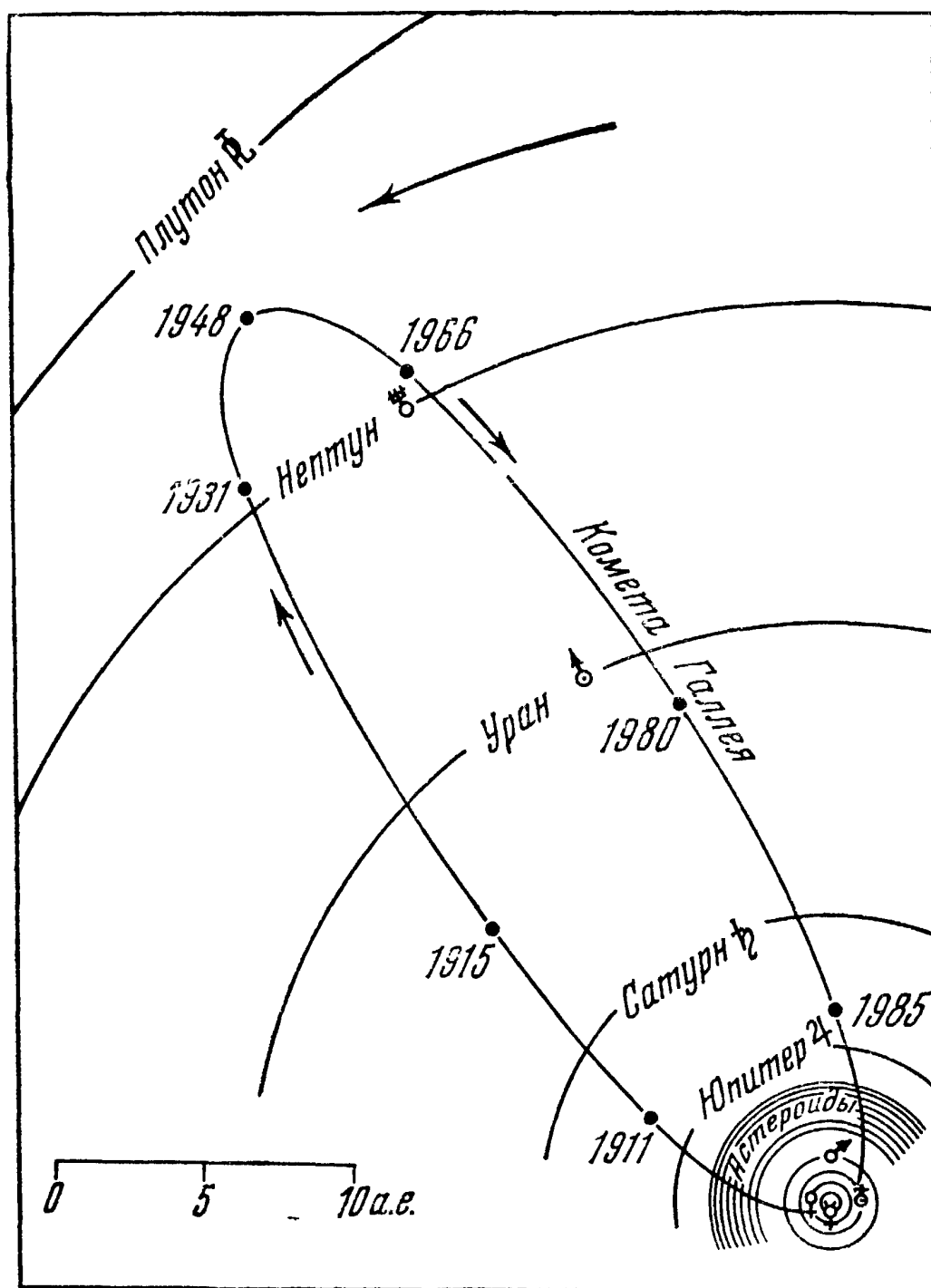


Рис 38 План Солнечной системы.

(метеорных тел различного размера вплоть до микрометеоритов или метеорной пыли). Кроме того, за последние годы между Землей и Солнцем обнаружен нейтральный водород — $3 \cdot 10^{12}$ атомов/см³.

Общий план Солнечной системы (с соблюдением масштаба) показан на рис. 38, где наряду с орбитами планет нанесена также орбита периодической кометы Галлея (о закономерности расположения планет см. стр. 112).

На рис. 39 показаны наклоны орбит больших планет к плоскости эклиптики. Все планеты обращаются вокруг Солнца в одном направ-

*) Общее число комет оценивается в несколько миллиардов.

лении. В том же направлении происходит вращение всех планет, кроме Урана и Венеры.

Масса Солнца в 750 раз больше массы всех остальных тел Солнечной системы. Однако, строго говоря, обращение планет совершается

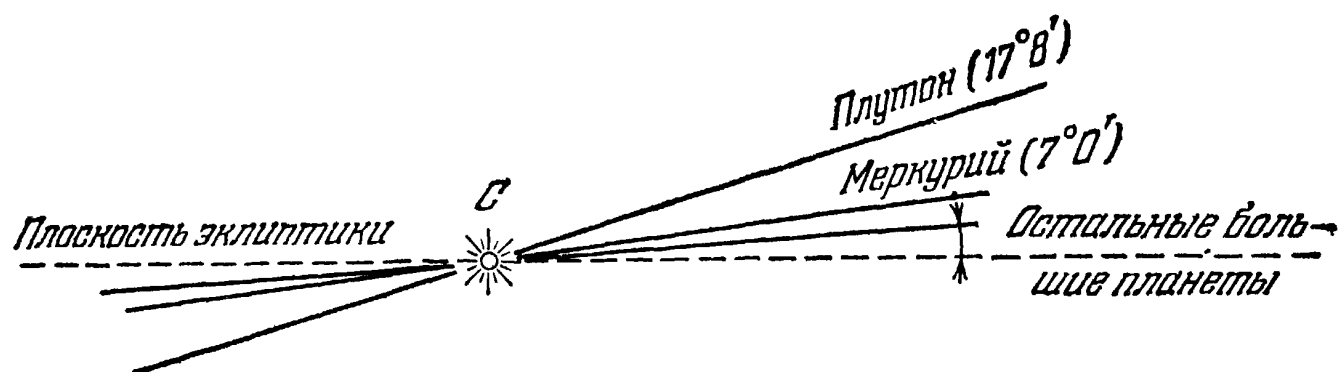


Рис. 39. Наклоны орбит больших планет к плоскости эклиптики (плоскости земной орбиты).

не вокруг Солнца, а вокруг общего центра масс всей Солнечной системы, по отношению к которому само Солнце описывает сложную кривую, показанную на рис. 40. Центр масс системы почти совпал

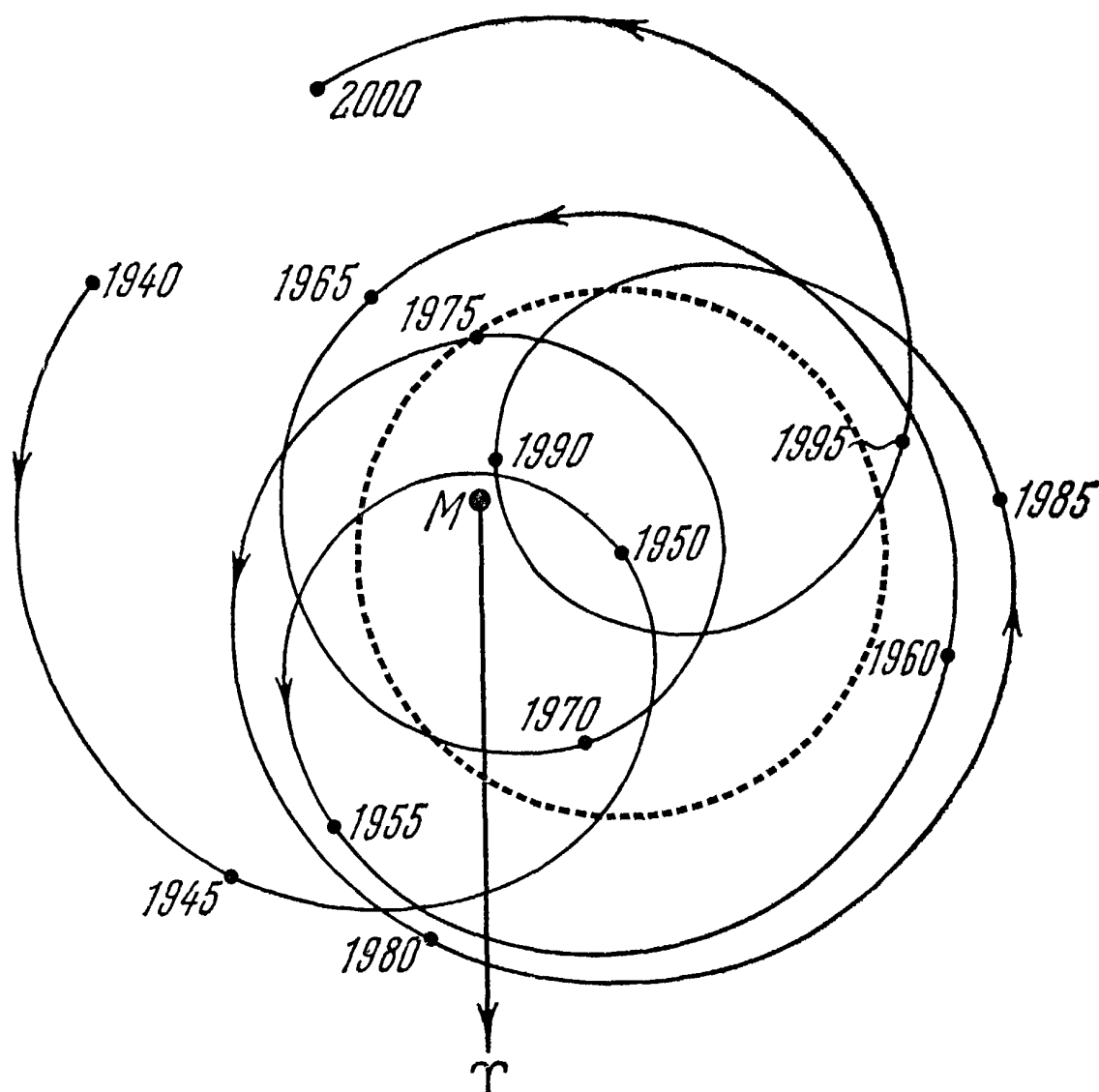


Рис. 40. Движение центра Солнца относительно центра масс Солнечной системы с 1940 по 2000 г. Пунктирный круг — положение Солнца в 1950 г. Центр массы отмечен точкой М; стрелка указывает направление на точку весеннего равноденствия в этом же году.

с центром Солнца в 1951 г., а к 1953 г. вновь вышел за пределы солнечного шара. Пунктиром показано положение Солнца в начале 1950 г.

На рис. 41 показаны размеры планет по сравнению с Солнцем¹ (белый диск). Этот же рисунок одновременно дает представление о рас-

6. Планеты

Пять «блуждающих звезд» — планет были известны в древности; у каждого народа существовали свои названия планет, но удержались названия, данные римлянами: Меркурий, Марс, Венера *), Юпитер и Сатурн **). Уран был открыт случайно в 1781 г. В. Гершелем, Нептун — в 1846 г. Галле (по указаниям Леверье, который вычислил

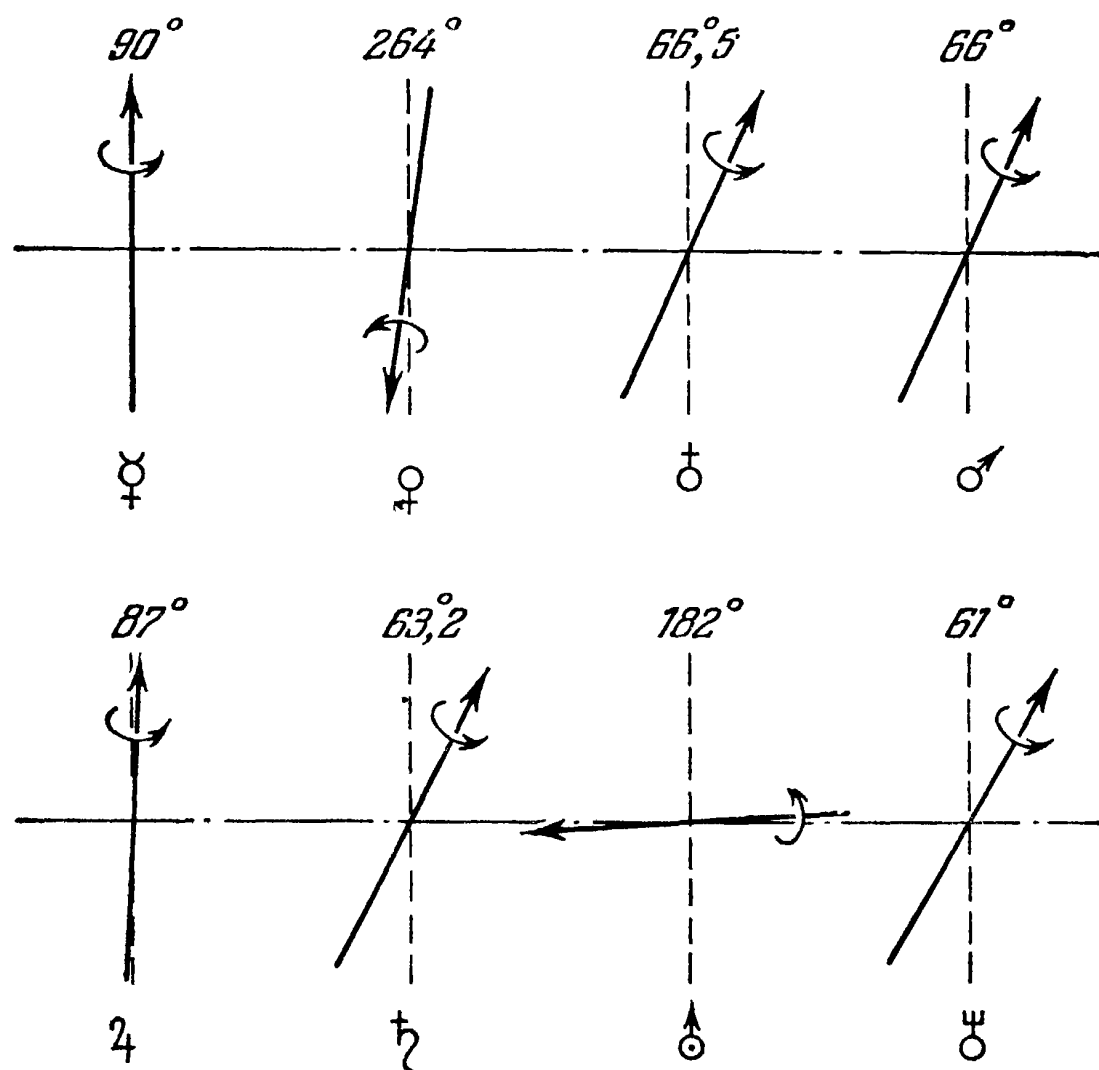


Рис 42 Наклоны осей вращения планет к плоскости орбиты

орбиту и положение на небе Нептуна по возмущениям в движении Урана). Плутон открыт в 1930 г. К. Томбо после многолетних поисков, основанных на теоретических расчетах П. Ловелла (США) и его учеников ***).

*) У древних греков для Венеры существовало два названия: Фосфорос и Гесперис, соответствующие утренней и вечерней видимости планеты.

**) Латинские названия планет общеупотребительны, однако при составлении прилагательных с греческими корнями (например, *графио* — пишу, описываю) используются греческие названия планет. Отсюда — гелиографический (Гелиос — Солнце), география (Ге — земля); селенология, селенографический (Селена — Луна), гермесология (Гермес — Меркурий), ареология, ареографический (Арей или Арес — Марс), йовиграфический [йовис (родит. падеж латинского названия) — Юпитер], хронографический (Кронос — Сатурн) и т. д.

***) Во время полных солнечных затмений неоднократно, но тщетно разыскивали «интрамеркуриальную планету», для которой даже придумали название — Вулкан. Велись также поиски планеты, расположенной за орбитой Плутона. В последние годы было высказано предположение о существовании трансплутоновой планеты с периодом обращения 675,7 года, большой полуосью 77,0 а. е., углом наклона 38°,0 и значительной массой.

Планеты — темные тела сферической или почти сферической формы, обращающиеся вокруг Солнца. Орбиты планет лежат почти в одной плоскости, от которой значительно отклоняются лишь орбиты Меркурия (наклон 7°) и Плутона (наклон 17°). Наклон оси вращения к плоскости орбиты каждой планеты показан на рис. 42. Венера и Уран имеют обратное вращение (угол наклона больше 90°).

По своим размерам, строению и составу, а также по протяженности и свойствам атмосфер планеты делятся на две группы — группу планет земного типа (Меркурий, Венера, Земля и Марс) и группу планет-гигантов (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун). Природа Плутона еще недостаточно изучена. Первые состоят из плотного каменистого вещества и металлов; вторые — в основном из водорода и других легких веществ (метан CH_4 , аммиак NH_3).

Со времени третьего издания «Справочника» сведения о планетах существенно пополнились, в особенности благодаря космическим исследованиям: определены периоды вращения Меркурия и Венеры, обнаружены кольцевые горы на Марсе, открыт новый спутник Сатурна (Янус) и т. д.

Данные о физических характеристиках планет и их орбитах помещены в табл. 23—25, а данные о спутниках планет в табл. 26 и 27.

Меркурий. Период вращения Меркурия (определен на основе радиолокационных наблюдений) оказался равным $58^{\text{д}},65 \pm 0^{\text{д}},10$. При этом солнечные сутки на Меркурии в точности равны трем меркурианским звездным суткам. В перигелии движение Меркурия по орбите совершается быстрее, чем его вращение. В эту пору для наблюдателя на Меркурии Солнце пятится назад, чтобы через несколько дней вновь продолжать прямое движение. Ось вращения планеты почти перпендикулярна к ее орбите. Новые оптические и радиолокационные измерения дают диаметр Меркурия 4880 ± 2 км. Температура поверхности в подсолнечной точке достигает $600\text{—}650^\circ \text{К}$. Температура ночной стороны около 200°К . По фотометрическим и поляризметрическим наблюдениям изрытость поверхности Меркурия столь же велика, как и у Луны. Вероятно, на нем также должны быть кратеры. Альbedo Меркурия равно 0,06. В прошлом веке Скьяпарелли, а в начале нашего века Антониади изучали еле заметные пятна на поверхности Меркурия и пытались составить карту планеты. Иногда на поверхности Меркурия видна легкая дымка. По-видимому, у Меркурия есть аргоновая очень разреженная атмосфера — продукт распада радиоактивного изотопа калия *). При своей малой массе ($1/20$ массы Земли) и высокой температуре обращенной к Солнцу стороны поверхности он не в состоянии удержать заметной газовой оболочки (АВІ, № 4, 1967).

Венера похожа на Землю по своим размерам и массе. Она имеет атмосферу, впервые открытую М. В. Ломоносовым в 1761 г. во время прохождения планеты по диску Солнца. Планета окутана густым слоем белых облаков, скрывающих ее поверхность. Наличие в атмосфере

*) В. И. Мороз (Москва) нашел следы CO_2 в атмосфере Меркурия и CO в атмосфере Венеры.

Венеры густых облаков, вероятно, состоящих из ледяных кристаллов, объясняет высокую отражательную способность планеты — 60% падающего солнечного света отражается от нее. Особенностью атмосферы Венеры является обилие в ней углекислого газа (CO_2) при весьма низком содержании кислорода и водяных паров. В настоящее время визуальным наблюдениям доступна лишь та часть атмосферы Венеры, которая расположена над слоем облаков. Радиус Венеры, соответствующий уровню облачного слоя, равен 6050 ± 5 км.

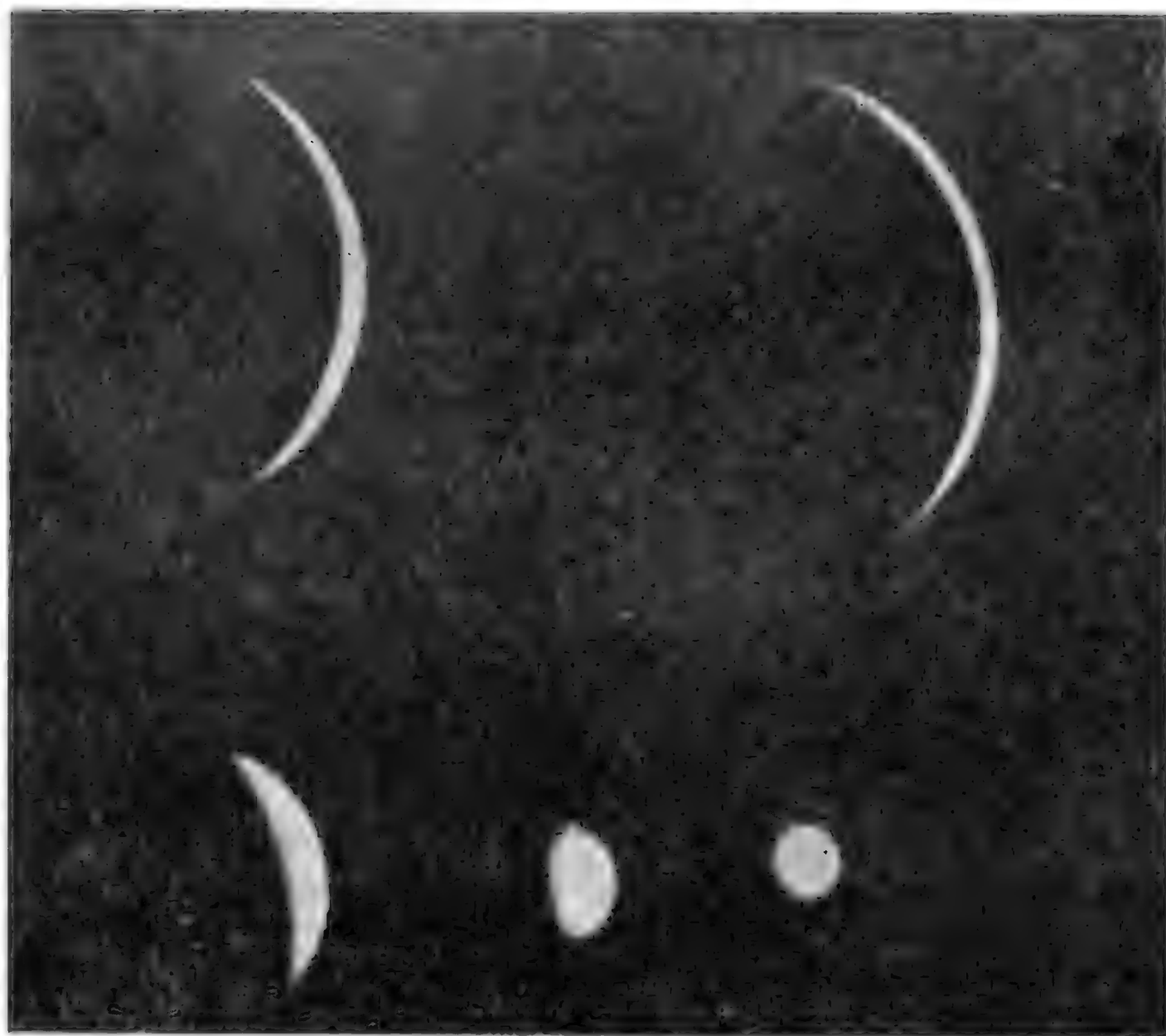


Рис. 43. Фотографии Венеры в различных фазах.

На Венере иногда видны изменчивые темные пятна неопределенной формы, не имеющие резких границ. Вопрос о периоде вращения Венеры вокруг оси и о наклоне ее оси долгое время был неясен. Радиолокационные наблюдения последних лет дают период вращения, равный $243^{\text{д}},16$, причем вращение происходит в обратную сторону. Наклон оси вращения составляет $84^\circ \pm 2^\circ$ (или 264°) к плоскости орбиты. Северный конец оси вращения направлен к ф Drg. Измерения радиоизлучения Венеры и его распределения по диску показали, что поверхность планеты очень горячая ($250\text{—}450^\circ\text{C}$). Для давления у поверхности планеты эти наблюдения давали значения от одной до 100 атмосфер. Межпланетные станции «Маринер-2» и «Маринер-5» (США), пролетевшие мимо Венеры, и в особенности «Венера-4», «Венера-5» и «Венера-6» (СССР), существенно дополнили наши данные о Венере.

Было отмечено отсутствие заметного магнитного поля, ионосферы и радиационного пояса планеты, обнаружена слабая водородная корона. Значение температуры на среднем уровне поверхности должно быть около 770°K , давление там же около 100 атмосфер. Вероятно, поверхность Венеры неровная, так как радионаблюдениями отмечены более холодные места, видимо, горы и песчаные пустыни. Атмосфера планеты по данным «Венеры-5» и «Венеры-6» состоит на $97\% \pm 4\%$ из углекислоты CO_2 , не более 2% составляет азот N_2 , кислорода O_2 — менее 0,1%, воды H_2O по атмосфере в среднем около 0,05%.

Марс. Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты почти такой же, как у Земли (около 65°), а период вращения ($24^{\text{h}} 37^{\text{m}} 23^{\text{s}}$) близок к суткам, поэтому видимое движение небесного свода на Марсе должно носить такой же характер, как на Земле. На Марсе происходит аналогичная смена времен года, только их продолжительность почти вдвое больше земных. Экваториальный диаметр Марса 6788 км, полярный — 6710 км. Его масса $6,423 \cdot 10^{26}$ г, а средняя плотность $3,94 \text{ г/см}^3$.

На поверхности Марса много устойчивых деталей, позволивших составить довольно подробную *ареографическую* карту.

Уже в телескоп скромных размеров на диске Марса можно заметить белое пятно близ полюса. Это — одна из двух *полярных шапок* (рис. 44); они претерпевают сезонные изменения, исчезая с наступлением лета в соответствующем полушарии Марса. Две трети поверхности Марса имеют красновато-оранжевый оттенок. Вероятнее всего, это пустыни с почвой, окрашенной окислами железа. Менее красные области, которые по контрасту кажутся зеленовато-серыми пятнами (моря), занимающие около трети поверхности, испытывают сезонные изменения в интенсивности окраски: они темнеют с наступлением весны. Можно думать, что в это время тают полярные шапки Марса, состоящие, как это показали спектрографические исследования В. И. Мороза, из тонкого слоя снега или инея, и покрываются растительностью низменные равнины — «моря». Подлинных морей или каких-либо обширных водных пространств на Марсе нет. Кроме того, имеются небольшие, неправильной формы и более темные, чем окружающая местность, пятна, так называемые *оазисы*. Темные узкие полосы, называемые *каналами*, как будто соединяют оазисы с темными областями (морями).



Рис. 44. Фотография Марса (Б. Лيو, 23 сентября 1941 г., Пик дю-Миди).

В связи с вопросом о возможности жизни на Марсе весьма важно изучение атмосферы этой планеты. Полярные шапки и белая полоса утренних заморозков, видимая вдоль линии терминатора, свидетельствуют о наличии атмосферы на Марсе. Об этом говорят также явления сумерек в полосе шириной около 8° вдоль линии терминатора. Последние данные о химическом составе атмосферы Марса говорят о том, что углекислый газ CO_2 может составлять от 60 до 100%, азот N_2 — несколько процентов, аргон Ar — до 40%; замечены следы окиси углерода ($\sim 10^{-3}\%$) и воды — 30—40 микрон в осажденном виде. Кислорода и озона в атмосфере Марса не обнаружено. Редкость появления голубых облаков (высота которых 18—22 км над поверхностью планеты) и сравнительно быстрое таяние полярных шапок с наступлением весны говорят о том, что количество влаги на этой планете весьма невелико. В атмосфере Марса воды заведомо меньше 1% от ее содержания в земной атмосфере.

Иногда на поверхности Марса в районах пустынь наблюдаются желтоватые пятна пылевых туч (подчас значительных размеров), которые заметно передвигаются по поверхности планеты (со скоростью до 30 км/час). Изредка появляются голубые облака, которые можно сфотографировать только в синих и фиолетовых лучах, фиолетовая вуаль или дымка и фиолетовые облака.

Измерения температуры поверхности, проведенные при помощи весьма чувствительной термодпары, показали, что в экваториальном поясе в полдень температура может достигать $+30^\circ\text{C}$, а в околополярных областях в середине лета $+6^\circ\text{C}$. Ночью температура везде значительно ниже 0°C (до -45° , а зимой до -80°).

Многолетние исследования известного советского астрофизика Г. А. Тихова растительности на Дальнем Севере и в высокогорных областях привели его к выводу, что растительность на Марсе должна иметь серо-голубую окраску. Своими работами Г. А. Тихов положил начало новой науке — *астроботанике*. В последние годы возникли сомнения в объяснении сезонных изменений на Марсе деятельностью органической жизни и выдвигаются гипотезы неорганического характера этих изменений.

15 июля 1965 г. межпланетная станция «Маринер-4» (США) пролетела на расстоянии 12 000—17 000 км от Марса и передала на Землю ценную информацию. «Маринер-6» и «Маринер-7» показали, что в атмосфере Марса 90% CO_2 ; кислород и озон не обнаружены. Атмосфера Марса очень разрежена, — давление на поверхности меньше 10 миллибар *), что в 100 раз меньше нормального атмосферного давления на поверхности Земли на уровне моря и близко к давлению на высоте 35 км. На 24 фотографиях, которые передал «Маринер-4» на Землю, можно различить более 300 кратеров, подобных лунным, но с более

*) В метеорологии 1 бар — единица давления, равная 1 млн. дин на 1 см^2 . Стандартная земная атмосфера дает давление, равное 1 бар. Миллибар равен 10^3 дин/см². Один мм ртутного столба равен 1,333157 мб; 760 мм — 1013,246 мб (см. табл. 5).

сглаженным рельефом (рис. 45) *); 2—3% кратеров имеют центральные горки. Диаметры кратеров от 3 до 180 км. Имея в виду, что было сфотографировано около 1% всей поверхности планеты, можно полагать, что общее число кратеров этих размеров на Марсе около 100 000.

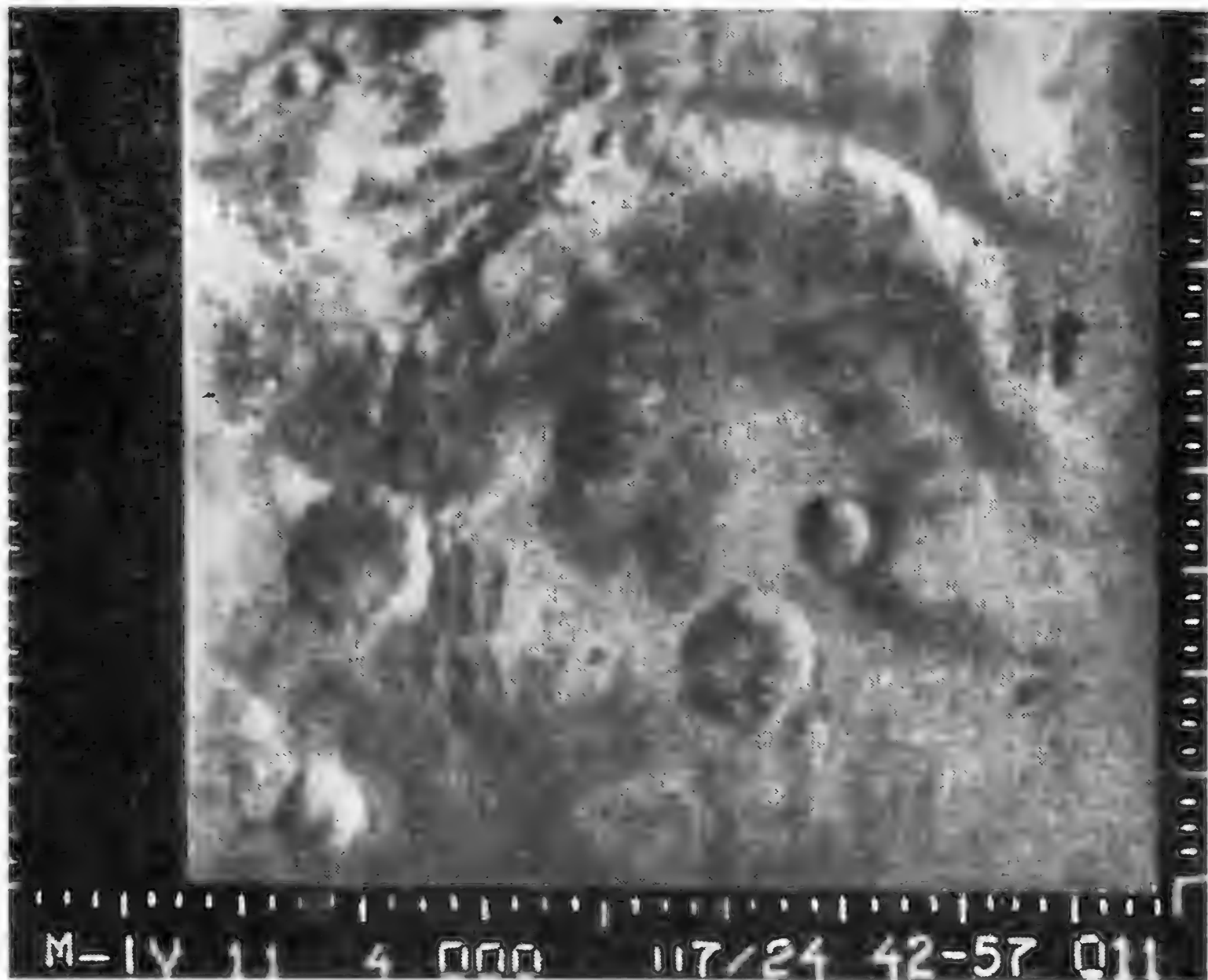


Рис. 45. Кратеры на поверхности Марса. Снимок, переданный станцией «Маринер-4». Сторона квадрата 290 км.

На Марсе отмечены горы высотой до 4 км, однако большинство их не выше 1 км.

Горные цепи тянутся в длину до 180 км. На полученных снимках нет никаких признаков каналов, хотя некоторые должны были попасть в поле зрения. Правда, на двух снимках видны какие-то линейные образования шириной 3—10 км и длиной 150—300 км, но природа их не ясна. Обнаружена ионосфера из нескольких слоев: средняя высота 123 км ($9 \cdot 10^4$ электрон/см³) и 95 км ($2 \cdot 10^4$ электрон/см³).

Марс обладает двумя крошечными спутниками (15 и 8 км в диаметре), доступными для наблюдения только в самые большие телескопы. Ближайший к Марсу спутник — Фобос (Страх) обращается вокруг

*) В 1949 г. Болдуин (Англия) сделал предположение о сходстве поверхностей Марса и Луны, но оно было забыто; открытие кратеров на Марсе явилось полной неожиданностью.

планеты в $7^h 39^m 14^s$, т. е. значительно быстрее, чем вращается Марс вокруг своей оси; это единственный случай в Солнечной системе. Фобос восходит над горизонтом марсианского наблюдателя на западе, движется навстречу суточному движению всех звезд и заходит на востоке.

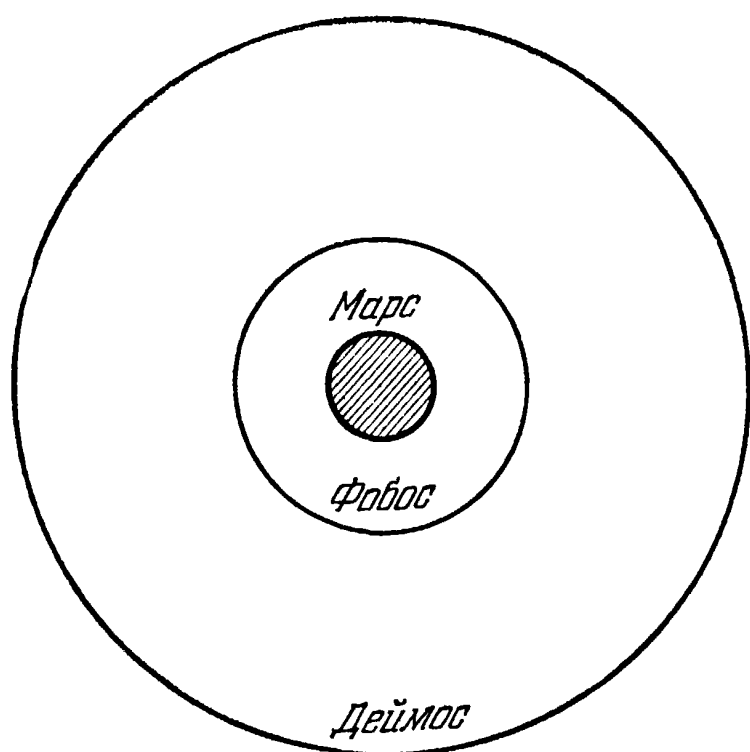


Рис. 46. Орбиты спутников Марса по сравнению с размерами планеты.

Малые планеты, или астероиды (т. е. «звездоподобные»), расположены в основном между орбитами Марса и Юпитера, хотя некоторые из них в перигелии подходят весьма близко к орбите Венеры (например, Гермес) и даже попадают внутрь орбиты Меркурия (Икар), а другие в афелии близки к орбите Сатурна, например, Гидальго*). Впрочем, в силу большого угла наклона (43°) орбиты Гидальго к орбите Сатурна эта малая планета не может подойти к Сатурну ближе,

чем на 5,7 а. е. На рис. 47 показано положение пояса малых планет в Солнечной системе, а также орбиты некоторых замечательных астероидов.

Орбиты 97% обозначенных малых планет заключены в пределах от 2,17 до 3,64 а. е. (суточные орбитальные движения от $1100''$ до $510''$). Больше всего малых планет на расстоянии около 2,8 а. е. от Солнца. Первый астероид, Церера, был открыт Пиацци 1 января 1801 г. После применения фотографии (в 1891 г.) их стали открывать в большом количестве. Видная роль в открытии малых планет принадлежала Симеизской обсерватории в Крыму. На 1 января 1970 г. было известно 1746 обозначенных астероидов; примерно столько же еще не получили окончательных обозначений.

Орбиты некоторых астероидов обладают значительными эксцентриситетами e (0,83 у Икара) и большими наклонами (52° у Бетулии). Для подавляющего же большинства известных малых планет эксцентриситет очень невелик (среднее значение 0,15), т. е. орбиты их близки к круговым и наклоны орбит невелики ($i=9^\circ,7$). Большие полуоси орбит астероидов заключены в пределах от 1,08 (Икар) до 5,71 а. е. (Гидальго).

Распределение числа астероидов по их сидерическим периодам (или, иначе, по их средним движениям) обнаруживает ряд глубоких минимумов («окна Кирквуда»), соответствующих простым отношениям ($1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/7$, $5/11$ и т. д.) периодов астероидов к периоду обращения Юпитера (рис. 48). Эти минимумы подобны щелям в кольце Сатурна, обусловленным теми же причинами — простыми соотношениями с периодами главных спутников планеты (стр. 92), приводящими к

*) Названный так в честь Мигуэля Гидальго (1753—1811), возглавлявшего борьбу мексиканцев за независимость от Испании.

сильным возмущениям и потере устойчивости движения. Средний период обращения астероидов 4,7 года.

Самая большая из малых планет, Церера, имеет 770 км в диаметре (ее масса составляет примерно 1/8000 массы Земли); диаметр Паллады

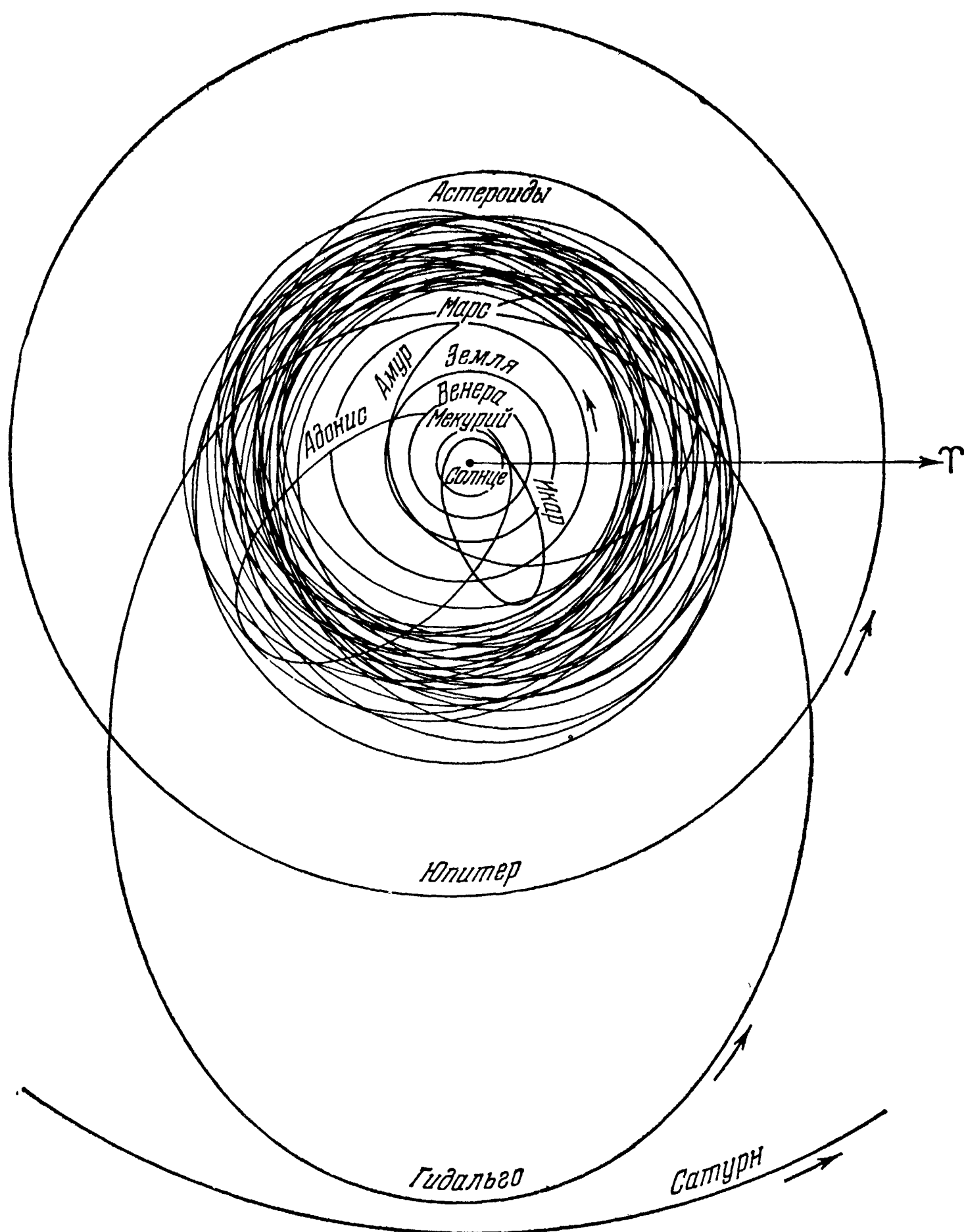


Рис. 47. Пояс орбит малых планет между орбитами Марса и Юпитера (показаны также орбиты некоторых замечательных астероидов).

490 км, Весты 380 км, Юноны 180 км (рис. 49); около 70 астероидов имеют диаметры более 100 км; в оппозиции (противостоянии с Солнцем) они выглядят как звезды 6—7-й звездной величины. Другие астероиды много меньше. Самые малые из известных астероидов имеют диаметры около 1 км и по своим размерам сходны с теми телами, которые образовали на Земле метеоритные кратеры. Большинство астероидов —

это глыбы неправильной формы, которые образовались, вероятно, от дробления при столкновении более крупных тел. Мелкие осколки

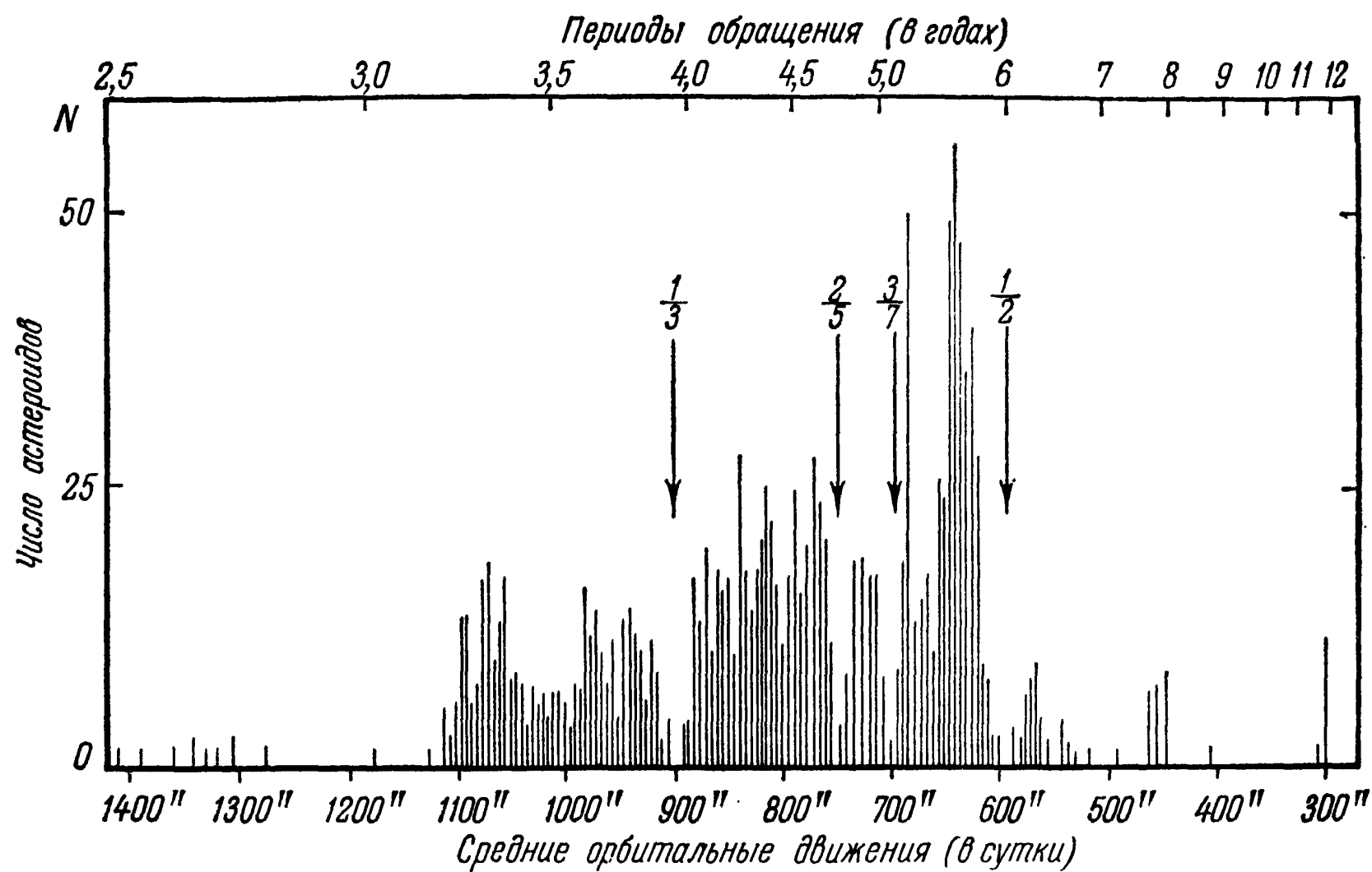


Рис. 48. Распределение астероидов по периодам обращения (или суточным движениям).

пополняют запасы метеорного вещества в Солнечной системе, а пыль пополняет вещество зодиакального света. Самая слабая из обозначенных малых планет, Бетулия, имеет звездную величину $19^{\text{м}},8$. Чем мощнее применяемый телескоп, тем большее число малых планет можно открыть с его помощью. Можно предполагать, что общая масса всех малых планет не больше $1/1000$ массы Земли. Астероиды лишены атмосферы.

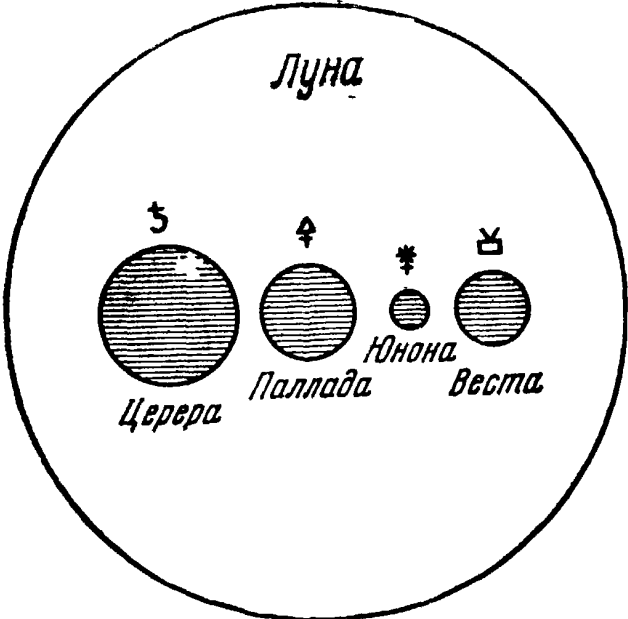


Рис. 49. Размеры крупных астероидов по сравнению с Луной. (Показаны предложенные в свое время знаки для этих малых планет.)

Астероиды обозначаются порядковой цифрой в кружке или в скобках и собственным именем, взятым для многих планет из числа мифологических женских имен. Некоторые астероиды названы именами великих людей и ученых, например, планета (852) называется Владимирой в честь Владимира Ильича Ленина, есть планета (1210) Морозовия, (786) Бредихина и др.*).

*) В честь русских ученых названы, например, астероиды: (768) Струвеана, (807) Цераская, (856) Баклунда, (857) Глазенапия, (995) Штернберга, (1004) Белопольский, (1007) Павловия, (1074) Белявский, (1118) Ганский, (1129) Неуймина, (1169) Дубяго, (1206) Нумеровия, (1255) Жилова, (1379) Ломоносова, (1403) Идельсония, (1653) Яхонтовия, (1654) Боева, (1671) Чайка (в честь космонавта В. В. Терешковой-Николаевой), (1692) Субботина и некоторые другие.

Чрезвычайно интересна группа астероидов, обращающихся вокруг Солнца на таком же расстоянии, что и Юпитер, причем их расстояния от Юпитера и от Солнца равны между собой (период обращения равен периоду обращения Юпитера). В настоящее время известно четырнадцать таких планеток, называемых *троянцами* *).

Пять из них движутся на 60° позади, а 9 — впереди Юпитера. Таким образом, троянцы, Солнце и Юпитер находятся в вершинах двух равносторонних треугольников (рис. 50). Такое расположение малой планеты относительно Солнца и Юпитера является одним из частных случаев знаменитой «задачи трех тел» (стр. 257).

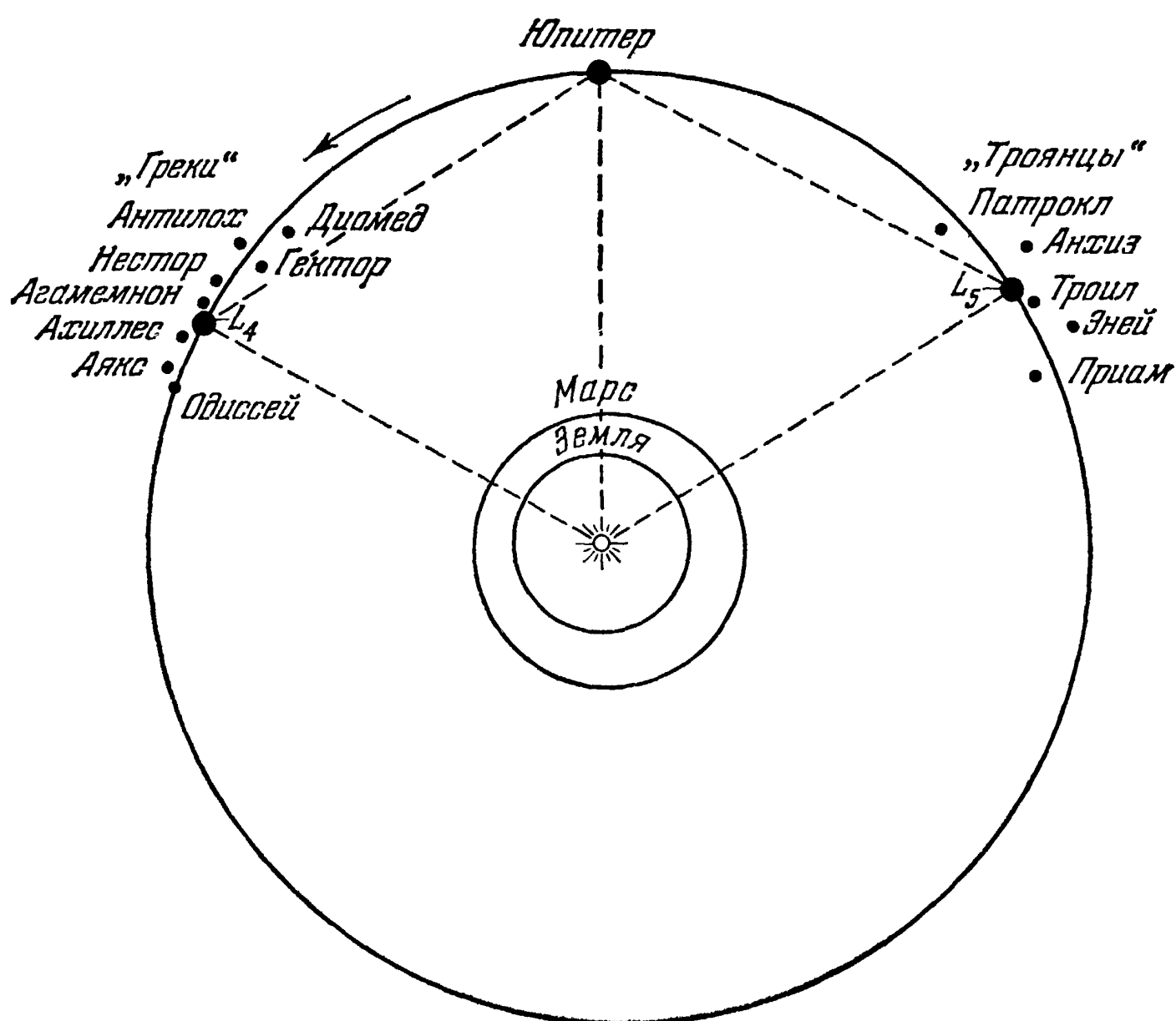


Рис. 50. Астероиды-троянцы (схематическое расположение).

Короткопериодические колебания блеска многих малых планет (например, Цереры, Юноны, Эроса, Ирис, Весты, Гебы, Астреи и некоторых других) свидетельствуют об их вращении при неравномерной отражательной способности поверхности, либо при неправильной форме. Кратчайший известный период изменения блеска (у Летиции) $2^h 12^m$. Наблюдения изменений блеска астероидов представляют значительный научный интерес, так как дают материал для суждения об их форме. Так, например, Эрос напоминает грушу.

*) Этим астероидам даны имена героев Троянской войны, описанной Гомером в «Илиаде»: Ахиллес (558), Патрокл (617), Гектор (642), Нестор (659), Приам (884), Агамемнон (911), Одиссей (1143), Эней (1172), Анхиз (1173), Троиц (1208), Аякс (1404), Диомед (1437), Антилох (1538) и Менелай (1647).

Исследование цвета астероидов показывает, что многие из них состоят из серых пород, подобных горным породам земной коры *).

Некоторые астероиды подходят к Земле ближе всех других небесных тел, не считая Луны. Таковы: Эрос, подходящий к Земле раз в несколько десятков лет на расстояние в 23 млн. км **), Амур (15 млн. км) Икар (6 млн. км) ***), Аполлон (3 млн. км), Географос (2 млн. км), Адонис (1,5 млн. км), Гермес (0,6 млн. км!)****). Если орбита Гермеса не испытает существенных изменений от притяжения больших планет, то в будущем Гермес сможет приблизиться к Земле на расстояние 500 тыс. км, т. е. примерно лишь в $1\frac{1}{2}$ раза дальше Луны. Диаметр этого астероида около 1 км; сила тяжести на нем в 10 000 раз меньше, чем на Земле. Немало искусственных космических тел стало астероидами за последние 15 лет.

В таблице 30 даны сведения об орбитах некоторых астероидов.

Юпитер. Угловой диаметр планеты меняется от 32 до 52'', в зависимости от расстояния до Земли. В небольшой телескоп, дающий 50-кратное увеличение, Юпитер выглядит как Луна для невооруженного глаза.

Сплюснутость (1:15,4) диска этой самой большой планеты нашей системы заметна на глаз (рис. 51). Она является следствием очень быстрого вращения планеты вокруг оси. Как и у Солнца, различные зоны Юпитера вращаются с разными периодами: экваториальная зона шириной 15 000—25 000 км вращается с периодом 9^h50^m , высокоширотные зоны — с периодом 9^h55^m (см. стр. 332). Видимая поверхность планеты пересечена рядом полос, параллельных экватору Юпитера, что, наряду со сплюснутостью, является следствием быстрого вращения планеты. Эти полосы, или зоны, имеют довольно определенные границы и обладают различными скоростями вращения. Иногда относительная скорость двух деталей, расположенных в соседних зонах, может достигать до 300 км/час. Средняя температура видимой поверхности Юпитера $126^\circ \pm 2^\circ$ К. При такой температуре в атмосфере Юпитера, помимо молекул водорода H_2 , находятся в газообразном состоянии только метан (CH_4) и аммиак (NH_3).

Малое значение средней плотности Юпитера (0,24 плотности Земли) объясняется тем, что мы массу планеты (318 масс Земли) делим на видимый объем (1300 объемов Земли), определяемый обширной непрозрачной атмосферой.

По современным представлениям Юпитер на 70—80% по массе состоит из водорода. Содержание всех других элементов не превышает 30%. Наружный слой толщиной 11 000 км (0,15 радиуса) в основном

*) Четыре первых астероида с точно определенными диаметрами имеют весьма различную отражательную способность [различные альбедо (стр. 49)].

**) Следующее такое «великое противостояние» произойдет в 1975 г.

***) Последнее сближение было 14 июня 1968 г. Следующее произойдет через 19 лет.

****) К сожалению, Гермес (как Аполлон и Адонис) наблюдался лишь в течение одного сближения с Землей и может быть открыт вновь лишь случайно, при особо благоприятных условиях видимости. Всего около 8000 открытых астероидов было утеряно вследствие недостаточной точности вычисленных для них орбит.

состоит из обычного молекулярного водорода. Кроме того, спектр Юпитера имеет полосы метана и аммиака. На дне этого «водородного океана» давление достигает 700 000 атмосфер. При таком громадном давлении водород переходит в «металлическое» состояние, его плотность скачком удваивается (до $0,8 \text{ г/см}^3$). Слой «металлического»

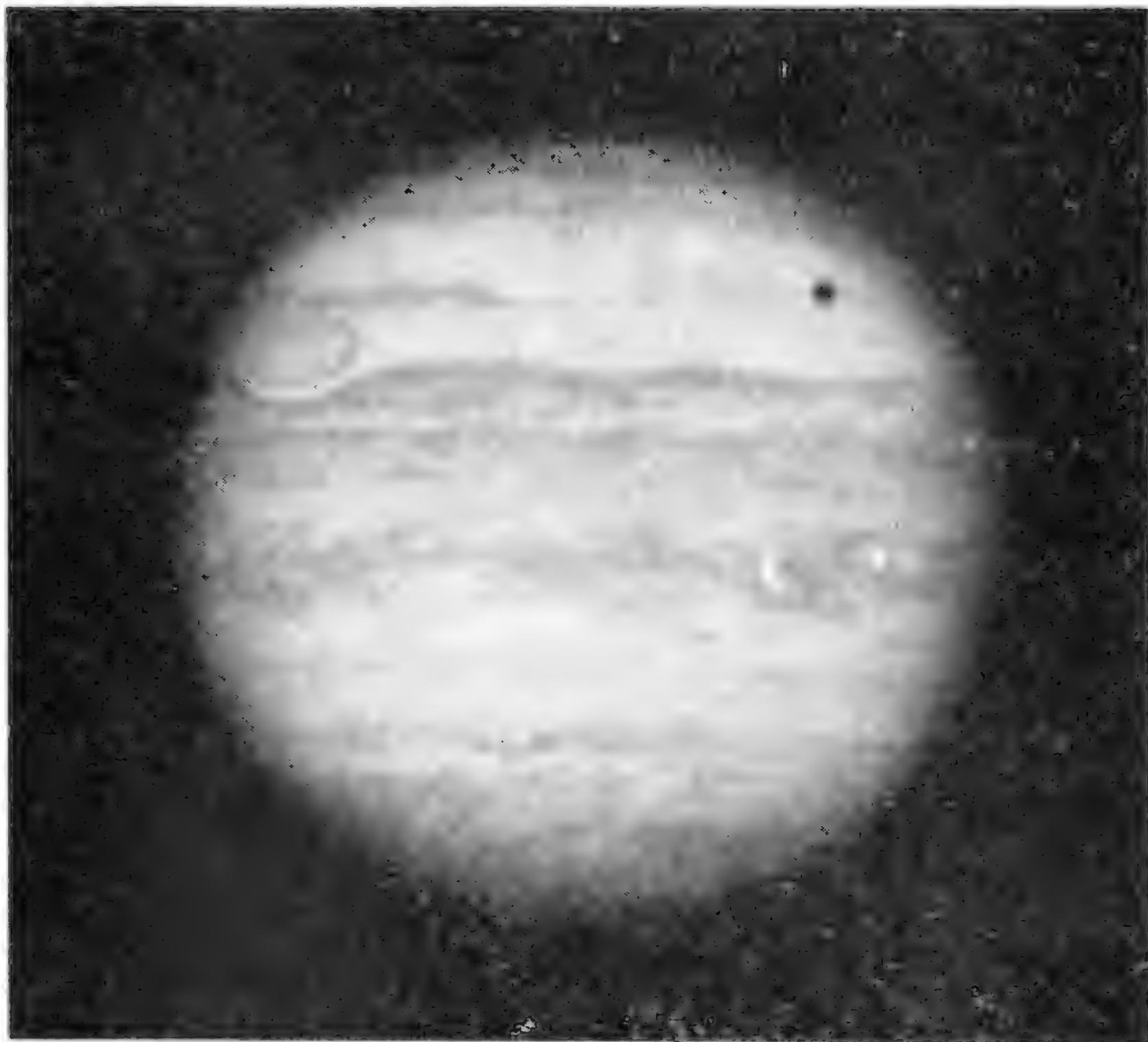


Рис. 51. Юпитер. Снимок П. Герэна 25 ноября 1964 г. на телескопе с диаметром объектива 107 см. Обсерватория Пик дю-Миди. Видны Красное пятно и тень спутника Юпитера Европы.

водорода имеет толщину около 40 тысяч км (0,55 радиуса), масса его составляет 65% всей массы планеты. Радиус ядра планеты можно оценить в 0,30 радиуса всей планеты, его масса составляет около 30% всей массы Юпитера. Плотность в центре 11 г/см^3 , давление — 85 млн. атмосфер. Таким образом, «атмосфера» этой планеты по своим физическим свойствам очень мало походит на земную атмосферу. Изучение радиоизлучения Юпитера на волне 10 см показало наличие у него мощного радиационного пояса диаметром 400 000 км, подобного земному, и сильного магнитного поля (около 10 эрстед). По временам какие-то

бурные процессы в ионосфере планеты вызывают сильные всплески радиоизлучения в 10-метровом диапазоне.

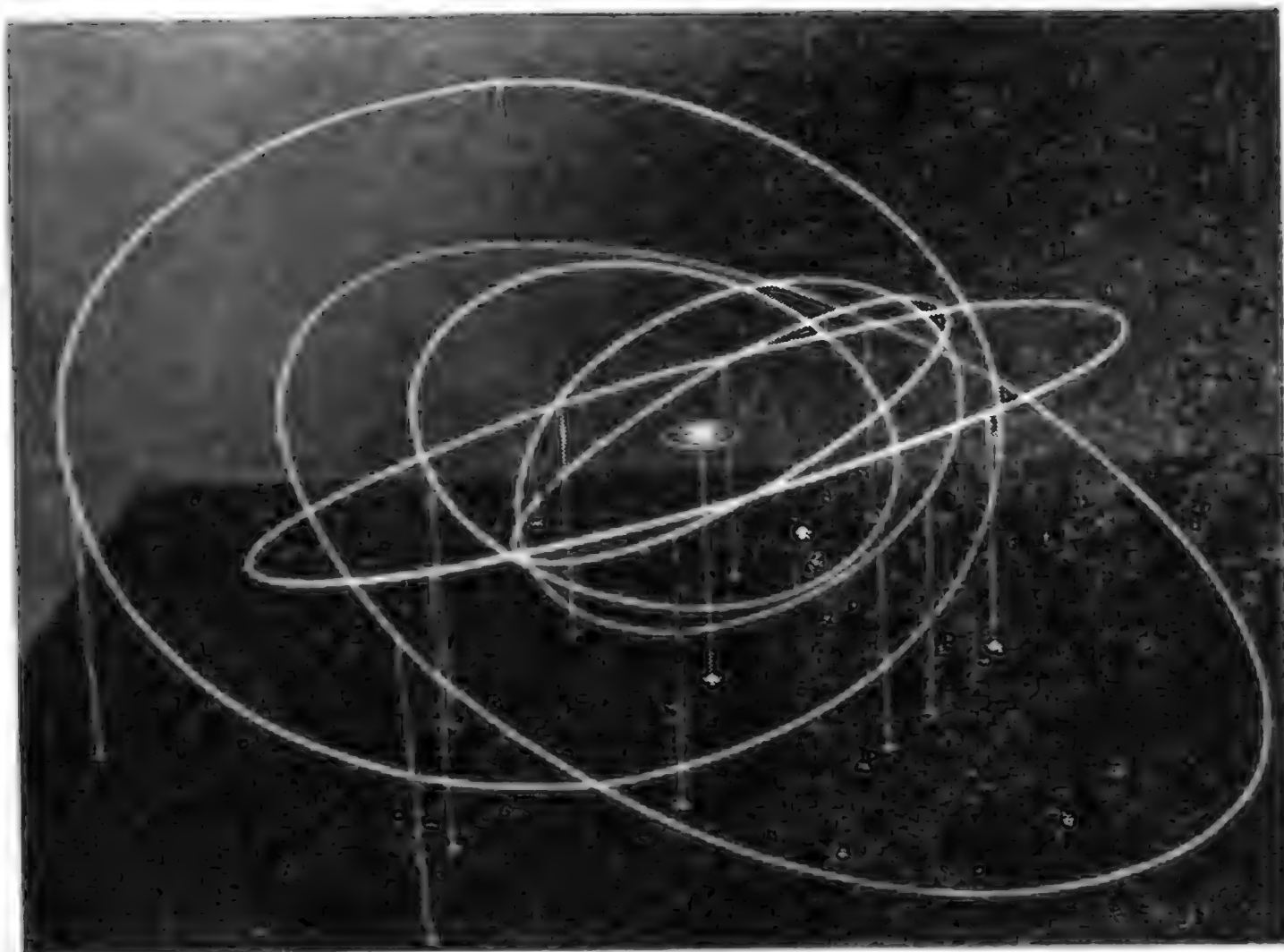


Рис. 52. Фотография модели, показывающей расположение орбит спутников Юпитера. Ясно видно деление спутников на две группы: близких и далеких.

На поверхности Юпитера обнаружена область шириной не менее 1600 км (не совпадающая со знаменитым Красным пятном), хорошо отражающая радиоволны.

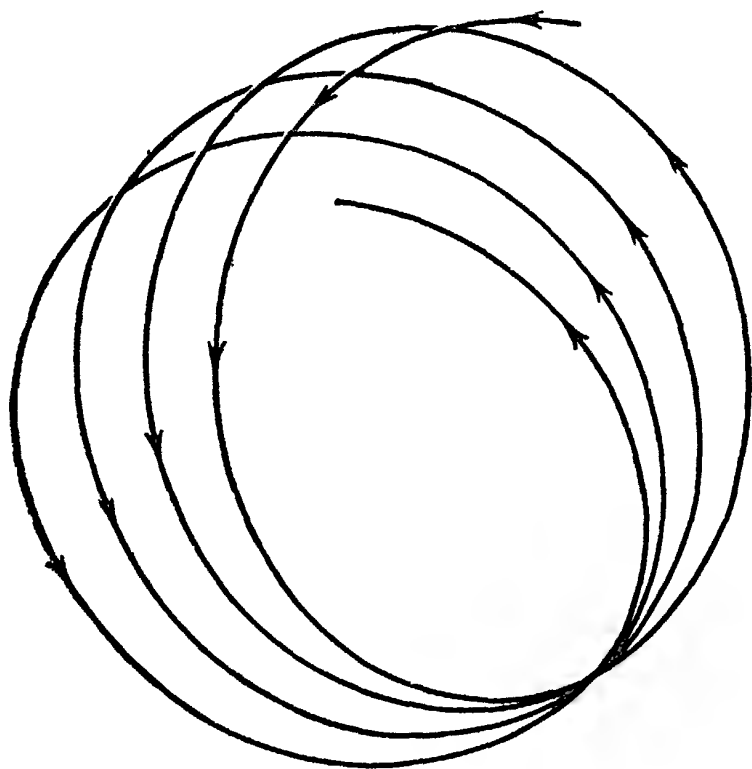


Рис. 53. Схематическое изображение незамкнутых орбит далеких спутников Юпитера.

У Юпитера известны двенадцать спутников (рис. 52). Из них только четыре наиболее ярких (галилеевых) доступны наблюдениям с небольшими телескопами (они имеют видимую звездную величину 5—6^m). Восьмой спутник, открытый в 1908 г., был «утерян» в 1923 г. вследствие его малой яркости и слабой изученности его сложного движения. Его удалось вновь найти лишь в 1930 г. благодаря обширным вычислениям, предпринятым в Ленинградском астрономическом институте (ныне Институт теоретической астрономии Академии наук СССР).

Четыре самых далеких спутника Юпитера движутся обратным движением вокруг планеты. Спутники Юпитера VIII и IX так далеки от

планеты, что, подвергаясь возмущениям со стороны Солнца, описывают незамкнутые орбиты (рис. 53). Согласно исследованиям (в инфракрасных лучах) В. И. Мороза (1965) значительная часть поверхности Европы и Ганимеда покрыта льдом. Два спутника Юпитера (Ганимед и Каллисто) по своим размерам больше Меркурия. Установлено, что у четырех главных спутников периоды вращения и обращения совпадают, т. е. спутники обращены к планете одной своей стороной. Есть основания полагать, что средняя плотность галилеевых спутников уменьшается с расстоянием от планеты, подобно тому как плотность планет земной группы убывает с расстоянием от Солнца. Объяснение этого должна дать теория происхождения планет и их спутников. Для некоторых спутников определено их осевое вращение.

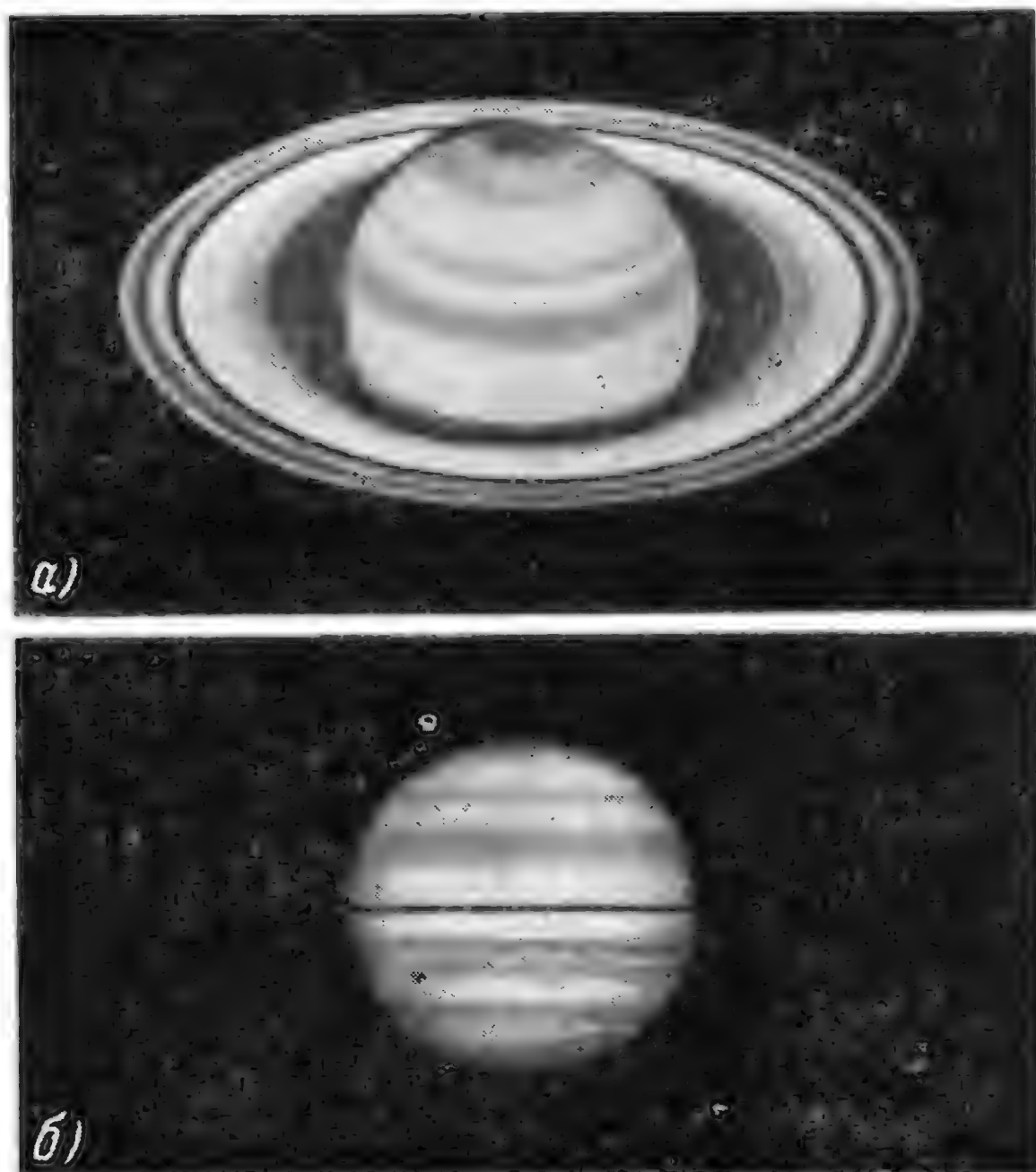


Рис. 54. Сатурн при наибольшем раскрытии колец (а) и во время их исчезновения (б).

Сатурн. Диск планеты также имеет заметную сплюснутость (1 : 9,7). Как и у Юпитера, поверхность Сатурна покрыта полосами, параллельными его экватору, однако эти полосы неясно очерчены и имеют мало деталей. Полосы Сатурна отличаются бóльшей правильностью, чем полосы Юпитера; иногда появляются белые пятна, может быть, вследствие извержений из глубины; через некоторое время пятна растягиваются в полосы. Период вращения Сатурна ($10^h 14^m$) близок

к периоду вращения Юпитера, причем, так же как на Юпитере, чем больше широта полосы, тем медленнее ее вращение. Характерной особенностью Сатурна являются его кольца, лежащие точно в плоскости экватора планеты (рис. 54). Вид колец меняется с течением времени (рис. 55), так как они наклонены на 28° к плоскости эклиптики. Кольца Сатурна перестают быть видны, когда наблюдатель находится точно в плоскости колец либо когда эта плоскость проходит через Солнце (это происходит от 1 до 3 раз в год). Максимальная толщина колец всего 10—20 км.

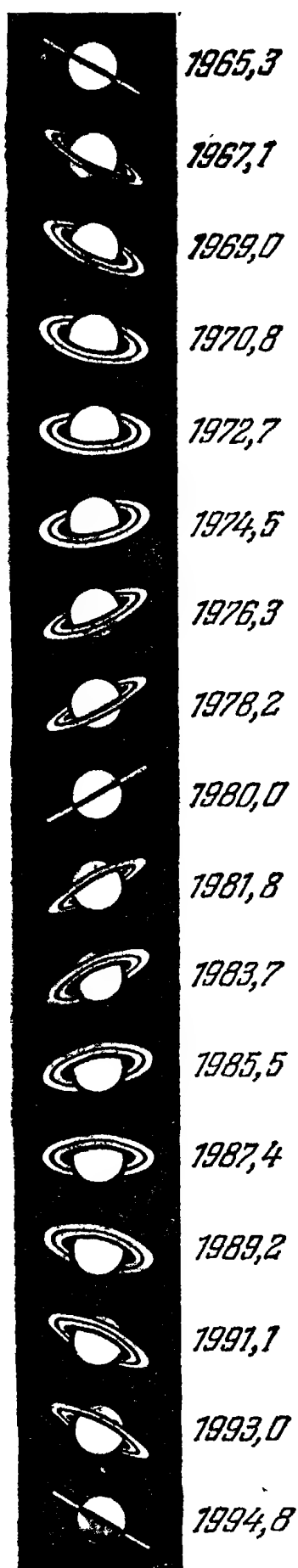


Рис. 55. Расположение колец Сатурна с 1965 г. по 1994 г.

Кольца Сатурна состоят из громадного числа крошечных спутников, каждый из которых движется по законам Кеплера вокруг планеты *). По данным М. С. Боброва, средний поперечник частиц кольца около 1 м, а общая масса их равна 10^{-4} — 10^{-5} массы самого Сатурна. Внутреннее (креповое) кольцо состоит из очень мелких частиц. Частицы кольца, по-видимому, покрыты льдом или инеем (В. И. Мороз, Исследования в инфракрасных лучах, 1961, 1965 гг.).

Разделение кольца на три части и образование щелей между ними (рис. 56; табл. IV) связаны с возмущающим действием спутников

Разделение кольца на три части и образование щелей между ними (рис. 56; табл. IV) связаны с возмущающим действием спутников

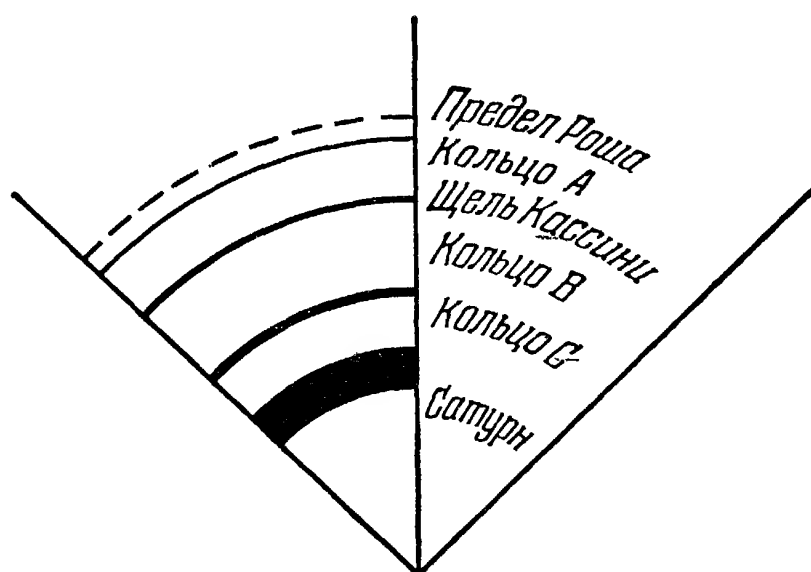


Рис. 56. Строение колец Сатурна.

Сатурна на частицы, образующие кольцо. Местонахождение щелей

*) Минимальное расстояние, ближе которого спутник не может сохранить устойчивую форму и разрывается на мелкие части (*предел Роша*), определяется формулой

$D = 2,44 R \sqrt[3]{\frac{\rho}{\rho_1}}$, где R — радиус планеты, ρ и ρ_1 — средние плотности планеты и спутника.

Кольцо	Отношение диаметра кольца к эк- ватор. диа- метру плане- ты	Диаметр	
		В сек. ду- ги в сред- нем про- тивост.	в км
Кольцо А, внешний край,	2,31	40",28	278000
внутренний край	1,99	34 ,74	240000
Щель Кассини (ширина 5000 км)			
Кольцо В, внешний край,	1,93	33 ,72	234000
внутренний край	1,48	25 ,82	178000
Щель между кольцами В и С (ширина 1600 км)			
Кольцо С, внутренний край	1,20	20 ,84	144000
Сатурн (экватор. диаметр)	1,00	17 ,44	120000
(полярный диаметр)	0,89	15 ,58	107000

соответствует точной соизмеримости периодов обращения наиболее массивных спутников Сатурна и частиц кольца (ср. с кольцом астероидов, стр. 84).

Внутреннее строение Сатурна сходно со строением Юпитера. Меньшая средняя плотность ($0,70 \text{ г/см}^3$, или $0,13$ плотности Земли), по-видимому, объясняется тем, что вследствие меньшей массы планеты давление в ее недрах не достигает таких значений, как у Юпитера; содержание же водорода у Сатурна несколько меньше.

В атмосфере Сатурна также обнаружены метан и аммиак, не вымерзающие при температуре $93^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{ К}$, господствующей на видимой поверхности планеты.

У Сатурна открыто десять спутников. Самый большой и яркий из них Титан ($8^m,3$). По своим размерам и массе он больше Луны, но несколько меньше Меркурия. Он обладает атмосферой, содержащей, как и атмосфера Сатурна, метан и аммиак. Самый близкий к планете спутник, Янус, открыт О. Дольфюсом на Медонской обсерватории 15 декабря 1966 г. в эпоху невидимости кольца Сатурна. Блеск Януса $\sim 14^m$. Наибольшее удаление от внешнего края кольца А всего $3'',4$. Спутник обычно скрывается в ореоле яркого кольца. Самый далекий спутник, Феба, движется в обратном направлении.

Затмения спутников Сатурна — довольно редкие явления: их можно наблюдать лишь в те периоды, когда плоскость кольца (а следовательно, плоскость экватора планеты и орбит его спутников) проходит через наблюдателя. Как и Юпитер, планета Сатурн обладает радиационным поясом.

Уран виден как звезда 6-й звездной величины. Диск планеты можно заметить лишь в телескоп, дающий не меньше чем 100-кратное увеличение. Некоторые наблюдатели отмечали на Уране полосы, похожие на полосы Сатурна и также расположенные параллельно экватору планеты.

Период вращения Урана составляет $10^h 42^m$. Сплюснутость диска также довольно значительна (1:14).

Плоскость экватора планеты, совпадающая с плоскостью движения его пяти спутников, наклонена на 98° к плоскости орбиты самого Урана; его вращение происходит как бы в сторону, противоположную

вращению всех остальных планет (кроме Венеры). Он вращается «лежа на боку». Спутники Урана доступны только сильным инструментам.

Строение Урана сходно со строением всех больших планет типа Юпитера. Однако водорода в Уране меньше, чем в Юпитере, вследствие чего средняя плотность его больше (0,26 плотности Земли или $1,41 \text{ г/см}^3$). Крошечный видимый диск планеты (около $4''$) не позволяет рассмотреть детали ее поверхности. Диск имеет зеленоватый оттенок. В спектре Урана обнаружены полосы поглощения метана (температура поверхности Урана ниже -170°C). Отмечены небольшие колебания блеска Урана с периодом $10^h 42^m$.

Нептун виден как звезда 8-й величины. Угловой диаметр его видимого диска всего $2''$. Его сплюснутость 1 : 45. Период вращения Нептуна вокруг оси, определенный спектральным путем, равен $15^h 48^m$. Небольшая средняя плотность (0,29 плотности Земли) делает его похожим на другие планеты-

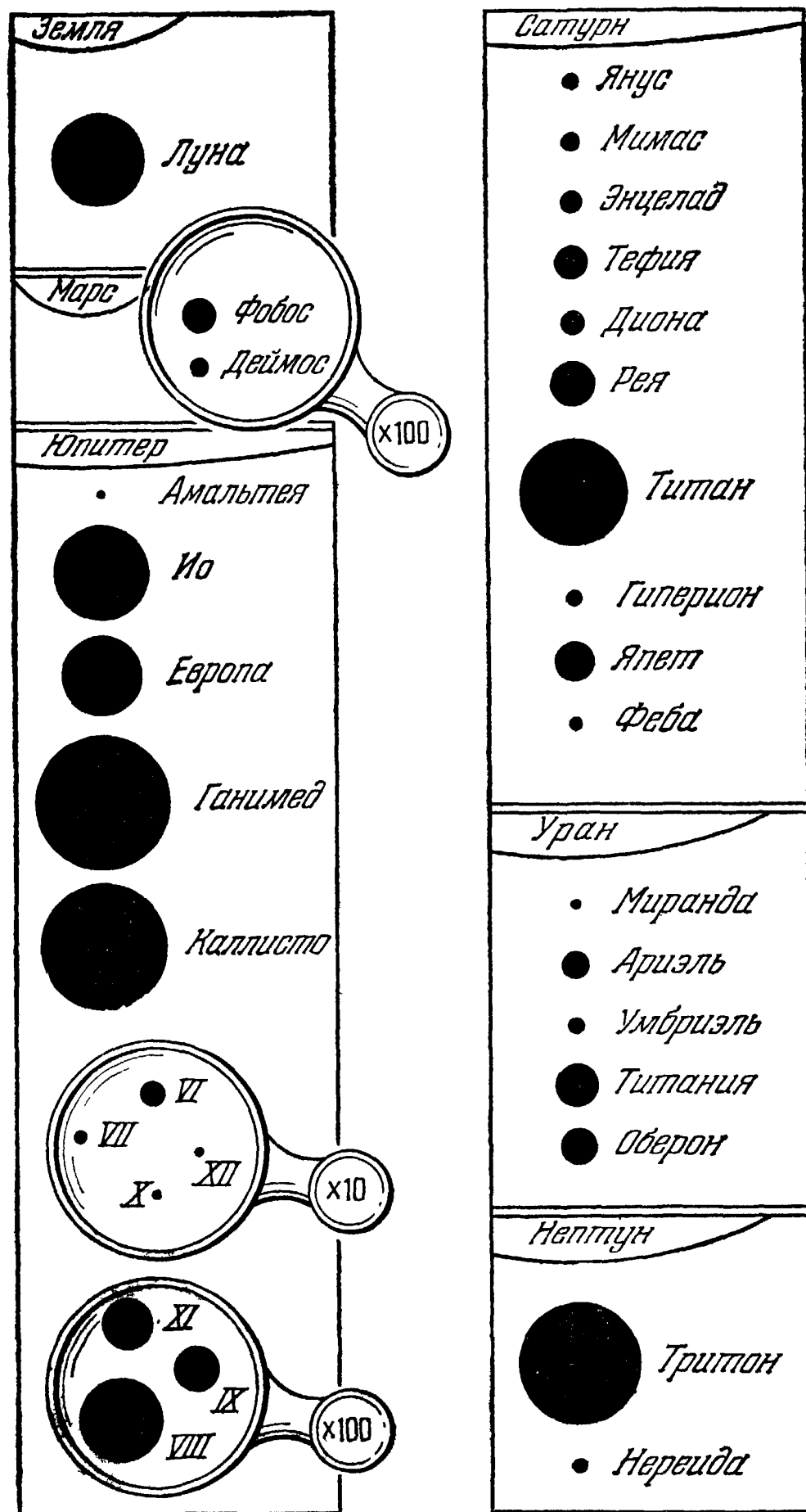


Рис. 57. Размеры спутников планет по сравнению с самими планетами, кривизна которых показана небольшой дугой вверху каждой части рисунка. Масштаб для размеров спутников 5000 км в 10 мм.

гиганты нашей системы. Атмосфера планеты также содержит метан. Температура на поверхности около -200°C . Блеск Нептуна испытывает небольшие колебания с периодом около половины периода вращения, т. е. $7^h 24^m$. Вероятно, на поверхности Нептуна имеются две более

светлые области, расположенные в противоположных полушариях планеты. Известный больше ста лет спутник Нептуна, Тритон, имеет обратное движение. Вероятно, он также обладает метановой атмосферой. В 1949 г. был открыт второй, весьма слабый спутник Нептуна — Нереида.

Плутон. Последняя из открытых планет Солнечной системы — Плутон — была обнаружена 13 марта 1930 г. К. Томбо в США на фотографии как звезда 15^m . Нелегко было опознать ее среди миллионов

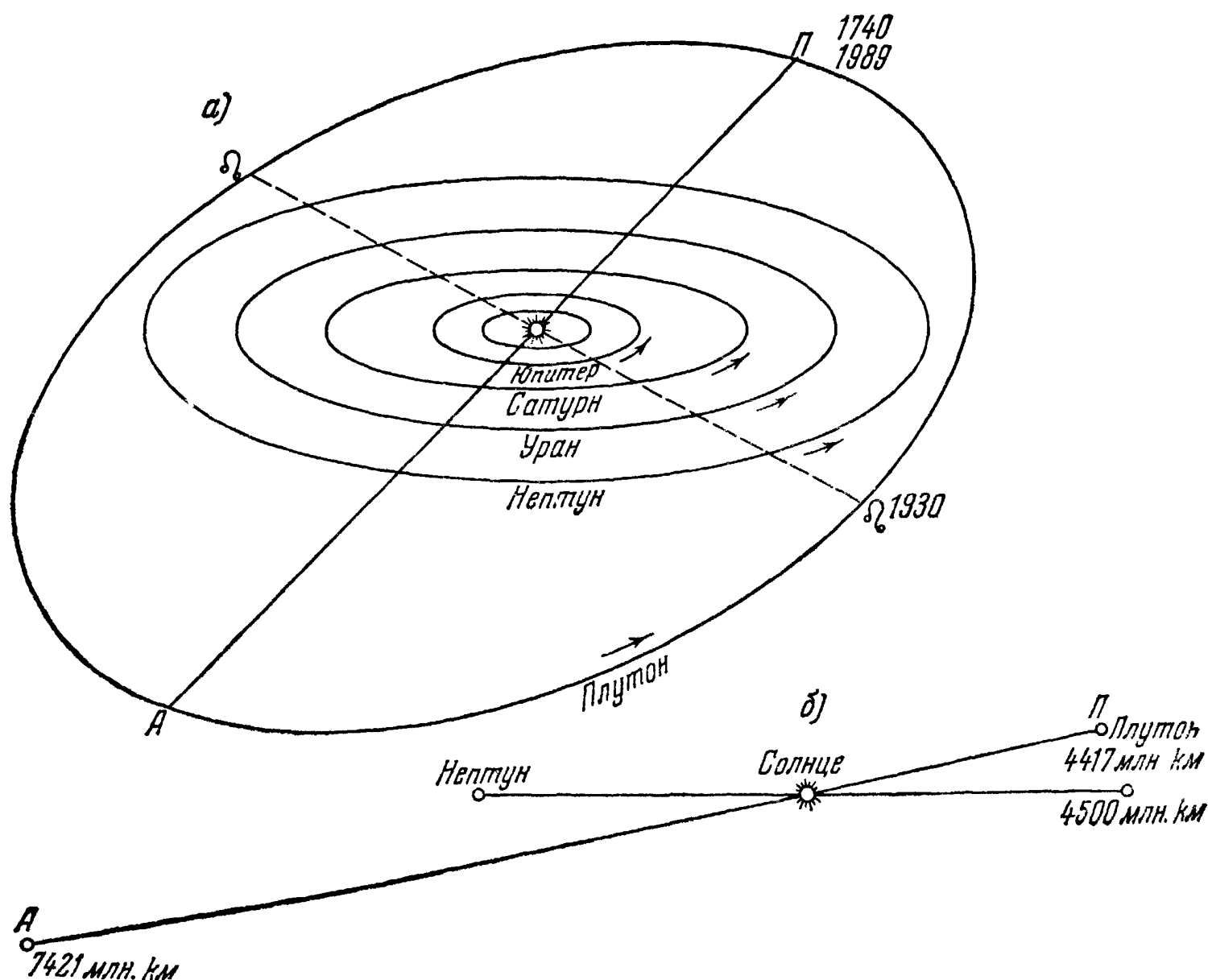


Рис. 58. Орбита Плутона по отношению к орбитам больших планет: а) общее расположение орбиты; б) наклон орбиты Плутона к орбите Нептуна

таких же или более ярких объектов на небе! Плутон находится на среднем расстоянии около 40 астрономических единиц. Его орбита обладает большим эксцентриситетом (0,25) *) и большим наклоном к плоскости эклиптики (17°). Период обращения — около 250 лет. Период вращения Плутона равен 6,39 суток. Ничего определенного о характере поверхности Плутона сказать нельзя, так как его угловые размеры около $0'',23$ (Койпер). Известно, что планета меняет свой блеск на $0^m,1$ с периодом, равным периоду вращения. По последним измерениям (1965) диаметр Плутона < 4400 км, т. е. около 0,3 земного, масса его по оценке возмущений в движении Урана и Нептуна (1968) меньше 0,27

*) В 1989 г. Плутон пройдет перигелий своей орбиты, с 1979 г. по 1998 г. он будет ближе к Солнцу, чем Нептун.

земной. Следовательно, его средняя плотность $3,6 \text{ г/см}^3$ (ЗиВ 1966, № 4, 49). Температура поверхности Плутона, вероятно, ниже чем -220°С . При такой низкой температуре большинство газов должно перейти в жидкое или твердое состояние.

В проекции на плоскость эклиптики орбита Плутона пересекается с орбитой Нептуна, что может внушить мысль о возможном столкновении этих планет. Этого, конечно, быть не может: в силу большого наклона орбиты Плутон отходит далеко от плоскости эклиптики в тех местах, где в проекции орбиты пересекаются (рис. 58). О границах Солнечной системы см. ЗиВ, 1965, № 4, 84—88.

7. Кометы

«Хвостатые» или «волосатые» светила — кометы — с древних времен привлекали к себе внимание быстрым перемещением среди звезд по небу и изменениями своего внешнего вида. Из маленького размытого туманного облачка постепенно развивается *хвост*, который у иных комет простирается на десятки градусов. Движения комет происходят как в прямом, так и в обратном направлении. У периодических комет прямое движение преобладает, короткопериодические кометы движутся только в прямом направлении.

Кометы — самые удивительные небесные светила среди членов Солнечной системы. Некоторые из них бывают больше всех планет, а иные превосходят по размеру даже Солнце. Орбиты большинства комет обладают большими эксцентриситетами и самыми различными наклонами к плоскости земной орбиты. Многие кометы в перигелии проходят очень близко к Солнцу, а в афелии удаляются на миллиарды км.

Ядро кометы — тело небольших размеров (от сотен метров до нескольких км), составленное из замороженных различных газов (или легкоплавких веществ, которые являются газами при нормальном давлении и комнатной температуре), в которые вкраплены тугоплавкие каменные частицы и пылинки разных размеров.

При приближении кометы к Солнцу под действием его лучей «льды» начинают испаряться и образуется туманная газообразная оболочка кометы, или *кома*. Вместе с ядром она образует *голову* кометы размером 10^4 — 10^5 км. Иногда кома представляется в виде резко очерченного *галó* параболической формы с вершиной, обращенной к Солнцу. У некоторых комет наблюдалось несколько как бы вложенных друг в друга галó. Они состоят из атомов и молекул газообразных ОН (гидроксил), NH, CH, CN и C_2 . Эти молекулы легко распадаются под действием солнечного света. Световым давлением *) в хвост отталкиваются молекулы N_2 , CO, CO_2 и др. Так как молекулы комы неустойчивы, то ядро должно состоять из более устойчивых молекул:

*) Если частица имеет радиус 10^{-5} см , сила притяжения Солнцем и сила светового отталкивания будут равны; меньшие частицы и отдельные молекулы будут отталкиваться от Солнца. Кроме того, оказывается, что большое значение имеет «солнечный ветер» (стр. 73), который увлекает молекулы прочь от Солнца.

H_2O (водяной пар), NH_3 (аммиак), CH_4 (метан) и т. д. Эти «родительские» молекулы образуют льдистые твердые вещества, в которые вкраплены ядра из метеорного вещества (включающего железо, кальций, магний, марганец, кремний, никель, алюминий, натрий и т. д.).

Таким образом, при приближении кометы к Солнцу, в результате одновременного действия тяготения, лучевого давления и «солнечного ветра» происходит образование *хвоста* (рис. 59). Он всегда лежит в плоскости орбиты самой кометы и у большинства направлен от ядра в сторону, противоположную Солнцу (так что, удаляясь от Солнца, комета как бы пятится — идет хвостом вперед).

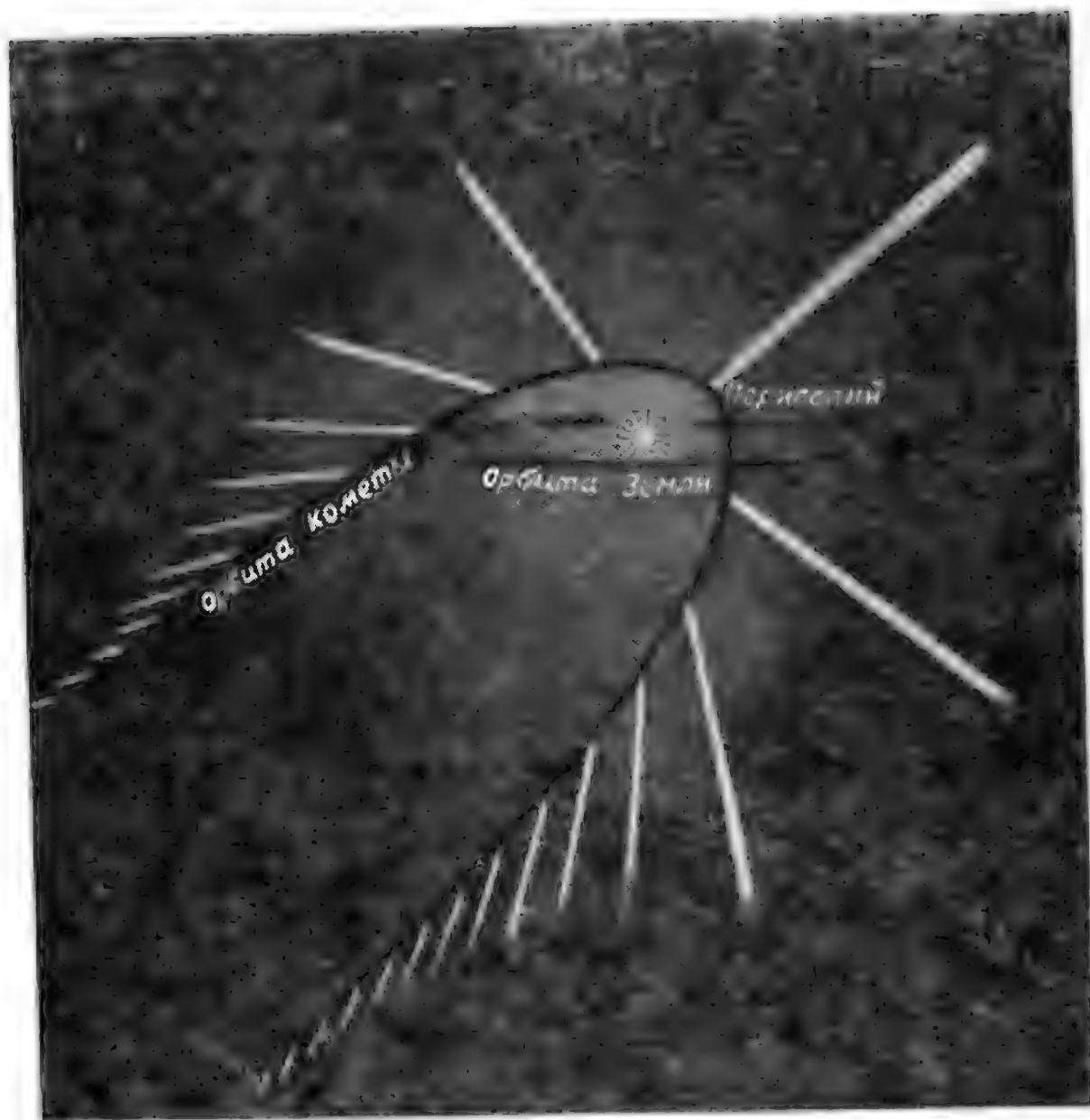


Рис. 59. Развитие кометного хвоста.

Кометные хвосты простираются на многие сотни миллионов километров. Вместе с тем по сравнению с планетами кометы обладают весьма малыми массами *), а следовательно, ничтожными плотностями. Недаром их шутливо называют «видимое ничто» **).

Вещество кометных хвостов настолько разрежено, что сквозь них видны звезды без всякого ослабления блеска. При удалении кометы от Солнца действие солнечного излучения слабеет, хвост уменьшается и постепенно исчезает.

*) Для пяти комет оценки их масс заключались в пределах от $5 \cdot 10^{16}$ до $6 \cdot 10^{22}$ г.

**) Представление о средней плотности вещества такой кометы могла бы дать 1/1 000 000 часть пшеничного зерна, растертая в порошок и развеянная в объеме зрительного зала Большого театра в Москве!

Вещество кометных хвостов, в особенности у короткопериодических комет, непрерывно рассеивается в пространстве; оно пополняется за счет газов и пыли, выделяющихся из ядра.

Хвосты комет бывают разных типов:

I. Прямые хвосты, всегда лежащие вдоль линии, соединяющей Солнце и ядро кометы (вдоль радиуса-вектора кометы), — это *хвосты первого типа* по классификации проф. С. В. Орлова. Они состоят из однажды ионизованных азота (N_2^+) и окиси углерода (CO^+); слабое свечение дают ионизованные молекулы CO_2^+ и CH^+ . Хвост первого типа имела, например, комета Галлея и комета Беннетта (рис. 60).

II. Прямые хвосты, отклоняющиеся от радиуса-вектора кометы в сторону, обратную движению кометы, а также сильно изогнутые хвосты, относятся ко *второму типу*. Они состоят из нейтральных молекул тех же соединений, которые наблюдаются в хвостах I типа и из мельчайших пылинок (пылевые хвосты) со средними размерами около 10^{-5} см. Хвост II типа имела яркая комета Донати и комета Мркоса (см. рис. 225 на стр. 338).

III. *Хвосты третьего типа* — короткие и сильно отогнутые от радиуса-вектора кометы — состоят из пылинок различных размеров, отражающих солнечный свет.

Очевидно, что не все молекулы, составляющие комету, нам известны; для многих излучение лежит в пока недоступной области спектра. Изучение комет с ИСЗ, посылка специальной ракеты «внутри» кометы, — значительно обогатят наши знания природы комет.

В образовании кометных хвостов основным является увлечение мельчайших частиц и ионизованных молекул потоками солнечных заряженных корпускул («солнечный ветер»). Известное значение имеет отталкивающее действие солнечных лучей — *световое давление*, открытое в 1900 г. знаменитым русским физиком П. Н. Лебедевым (1866—1912). Действие этих сил особенно заметно проявляется на мельчайших пылевых частицах и на газах, выделяемых кометой при приближении к Солнцу *). Иногда в ядре кометы происходит нечто вроде взрывов, тогда из ее головы вылетает облачко, которое быстро движется вдоль хвоста кометы. Наблюдение за облачными образованиями в хвостах комет и определение скорости их движения и иногда значительных ускорений очень существенны для изучения природы комет.

Исследования спектров комет и анализ всех данных наблюдений о формах голов и хвостов комет приводят к следующему заключению о составе различных частей кометы: ядро, помимо каменистых и железистых веществ, содержит «льды» различных газов; голова — циан (CN), углерод (C_2), а также NH_2 , C_3 , OH , CH , NO , NaI , OI , CH^+ , OH^+ и NH в газообразном состоянии (в *кóме*); хвосты — газовые (CO^+ , N_2^+ , CO_2CN и OH^+) и пылевые, состоящие из частичек со средним

*) На расстоянии Земли от Солнца световое давление солнечных лучей составляет $4,5 \cdot 10^{-5}$ дин/см². В хвостах комет наблюдались ускорения, соответствующие силам, в 100—1000 раз бóльшим силы солнечного притяжения.



Рис. 60. Комета 1969 г. Беннетта. Снимок получен сотрудником КрАО Н. С. Черных 8 апреля 1970 г. с помощью двойного 40-см астрографа на пластинке ORWO ZU-2 с выдержкой 25 минут.

поперечником около 100 мкм. В спектре кометы 1957 d были обнаружены линии излучения кислорода.

Ежегодно появляется около десятка комет, но комета редко видна простым глазом, а комета с большим хвостом — вообще весьма редкое явление. Пять-шесть раз в столетие появляются кометы, привлекающие всеобщее внимание своей яркостью и длиной хвоста. Из 566 комет, для которых до 1960 г. были вычислены орбиты, 54 кометы с периодами

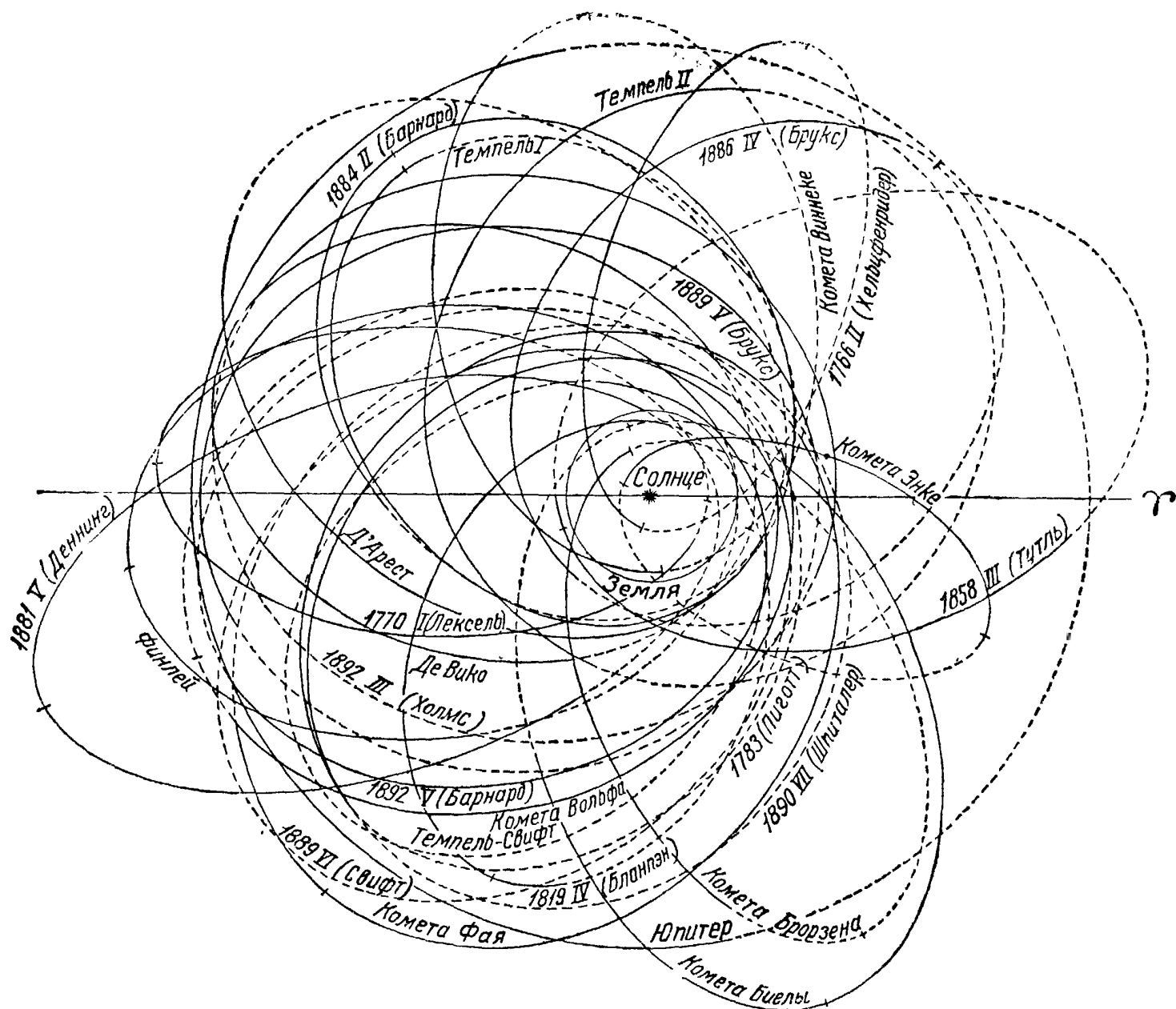


Рис. 61. Орбиты короткопериодических комет семейства Юпитера.

обращения вокруг Солнца от 3 до 164 лет наблюдались более одного раза вблизи Солнца (табл. 28). Около 40 комет описывают свои эллиптические орбиты с периодами до 200 лет и наблюдались вблизи Солнца лишь однажды (табл. 29). Для некоторых комет вычисленные периоды превышают 800 лет. Как исключение, встречаются кометы с орбитами планетного типа, т. е. близкими к круговым и мало наклоненными к плоскости эклиптики (кометы Швассмана — Вахмана 1, Отерма 3 и некоторые другие). Движения комет совершаются как в прямом направлении (т. е. совпадающем с общим направлением движения планет), так и в обратном (угол наклона больше 90°). Имеется ряд короткопериодических комет («6-летние»), обнаруживающих определенную связь с Юпитером («семейство комет Юпитера»). Эта связь проявляется в том, что почти все они движутся в том же направлении, что и планеты, наклоны орбит к плоскости эклиптики невелики и

афелии всех комет этого семейства близки к орбите Юпитера (рис. 61). Другое семейство («13-летние») принадлежит Сатурну, семейство «33-летних» — Урану, а «75-летних» — Нептуну.

Имеется ряд групп комет, обладающих близкими элементами орбит. Возможно, что каждая такая группа образовалась в результате постепенного распада одной какой-то кометы. Известно немало комет, элементы орбит которых под влиянием Юпитера (при близком от него прохождении) обнаружили заметные изменения и даже переходили из одного «семейства» в другое. Так, комета 1770 г. по вычислениям Лекселя получила эллиптическую орбиту с $P=5^a,6$ после близкого прохождения около Юпитера (на расстоянии 0,023 а. е.) в 1767 г. Через два обращения Юпитер вновь изменил ее орбиту, после чего эту комету уже больше не видели.

Каталог Ф. Бальде (1960 г. с дополнениями до 1963 г.) содержит 1606 комет, зарегистрированных с 2315 г. до н. э. по 1963 г.

Некоторые яркие кометы достигали грандиозных размеров: так, например, голова кометы 1811 I была больше Солнца, а у кометы 1882 II хвост простирался на 900 млн. км. Однако, несмотря на громадные размеры этих комет, масса их ничтожна: у самых «массивных» она не превышает 10^{-6} массы Земли, причем подавляющая часть этой массы заключена в крошечном ядре, имеющем обычно диаметр до нескольких километров. Повторное образование хвоста при периодических возвращениях к Солнцу понемногу истощает комету. У ряда комет замечено постепенное ослабление их блеска (кометы Энке, Галлея и др.). Кометы Холмса (1892 III) и Швассмана — Вахмана (1925 II), имеющие круговые орбиты, обнаруживали резкие и значительные вспышки — временные увеличения блеска, вероятно, связанные со вспышками на Солнце и взаимодействием комет с «порывами» солнечного ветра — особенно мощными облаками заряженных солнечных корпускул.

Из наиболее замечательных комет прошлого отметим следующие:

1. Комета 1811 I — самая большая из всех известных комет; ее поперечник был больше поперечника Солнца.

2. Комета 1882 II имела хвост длиной не меньше 900 000 000 км, т. е. шесть астрономических единиц; кроме того, она прошла от поверхности Солнца на расстоянии всего 450 000 км, т. е. пронеслась (со скоростью 480 км/сек) сквозь внешние части солнечной короны. Эта комета одновременно была самой яркой: в наибольшем блеске она имела звездную величину — $16^m,9$. Напомним, что Луна в полнолуние имеет звездную величину всего — $12^m,6$.

3. Комета Энке — с периодом 3,3 года, обнаружила уменьшение периода обращения вокруг Солнца. А. Д. Дубяго и независимо от него Ф. Уиппл (США) предположили, что ядро кометы вращается, а частицы, испаряющиеся с его поверхности, создают своего рода «реактивный эффект». Орбита, рассчитанная с учетом этого явления С. Г. Маковым (ИТА), хорошо согласуется с наблюдениями. Абсолютный блеск кометы (см. стр. 412) уменьшается (от 8^m в 1800 г. до 17^m в 1963 г. — S&T, 1964, март, 149, Уиппл).

Давно уже обнаружена связь некоторых метеорных потоков с кометами, двигавшимися ранее по тем же орбитам (см. ниже). О происхождении самих комет см. стр. 113.

8. Метеоры. Метеориты. Зодиакальный свет

Метеоры, или «падающие звезды» — это кратковременные световые явления в земной атмосфере, вспышки, порожденные небольшими частицами космического вещества (так называемыми *метеорными телами* весом от нескольких граммов до тысячных долей грамма), которые с огромными скоростями в десятки *км/сек* влетают в нашу атмосферу. Нагреваясь от трения о воздух, такие частицы раскаляются, дробятся, порождая вторичные вспышки вдоль своего пути и распыляются, не достигая Земли. Пролетая в атмосфере, метеорное тело ионизует атомы и молекулы воздуха и заставляет их светиться. Яркость и цвет метеора зависят от массы метеорной частицы и от величины относительной скорости метеора и Земли. «Встречные» метеоры загораются на большей высоте, они ярче и белее; «догоняющие» метеоры — на меньшей высоте, они всегда слабее и желтее.

Ни один метеор не имел гелиоцентрической скорости больше *42 км/сек*, т. е. не имел *гиперболической скорости* (см. стр. 257). Следовательно, все они принадлежали Солнечной системе.

Свечение метеора в основном происходит на высоте от 130 до 80 *км*. Все явление длится от долей секунд до 3—5 секунд. Спектры ярких метеоров в наши дни неоднократно получали и любители астрономии. Их исследование привело к обнаружению следующих элементов: Na I, Mg I, Al I, Si I, Mn I, Fe I, Ni I, а также H, N, O, Mg II, Si II, Ca II, Fe II. В инфракрасной части спектра наблюдается 15 линий N I, O I и C II. Все эти элементы, за исключением N и отчасти O, принадлежат самому метеорному телу. Спектры метеоров одного потока одинаковы, но отличны от спектров метеоров другого потока. Так, например, спектры метеоров потока Драконида (геоцентрическая скорость *23 км/сек*) не показывают линий ионизованных элементов, а в спектре персеид (*60 км/сек*) сильны линии Ca II, Mg II и Si II.

Исходя из данных наблюдений, можно считать, что в атмосфере всей Земли вспыхивает в сутки около 90 млн. метеоров, которые были бы доступны наблюдению в ночное время невооруженным глазом. Общее же число метеорных частиц, включая и самые мелкие (микрометеориты, которые регистрируются ИСЗ и межпланетными станциями), исчисляется сотнями миллиардов. Число метеоров быстро нарастает от ярких к слабым. Общая масса метеорного вещества, проникающего в земную атмосферу, составляет в среднем несколько десятков тонн в сутки.

Микрометеориты — метеорные тела исключительно малых размеров (порядка нескольких микрон) и массы в 10^{-8} — 10^{-12} г. Их присутствие в космическом пространстве регистрируется специальными приборами, установленными на ИСЗ. Кроме того, блестящая полированная поверхность космического корабля после возвращения на Землю

4. Комета Биелы (1846 II) — наблюдалась в 1806, 1826 и 1832 гг.; она разделилась на две части «на глазах» у наблюдателей в 1845 г. Ее наблюдали двойной в 1852 г., после чего она перестала быть кометой, дав начало метеорному потоку.

5. Комета Отерма 3 (1942 VII) имеет период около 8 лет; орбита расположена между орбитами Марса и Юпитера. Доступна наблюдениям на протяжении всей орбиты.

6. Комета Галлея — самая известная из периодических комет. Ее возвращения к Солнцу можно проследить по летописям многих народов с 466 г. до н. э. Последнее ее возвращение было в 1910 г., когда Земля прошла сквозь ее хвост. Следующее произойдет около 1986 г. Средний период кометы Галлея, вычисленный по 25 ее возвращениям к Солнцу, оказался равным 76,9 года, однако вследствие возмущений от больших планет период бывает от 74,5 до 79,3 года.

7. Комета 1901 I — очень яркая комета, имевшая четыре хвоста, раскинутых веером; ядро ее было совершенно лишено туманной оболочки.

8. Комета Делавана (1914 V) имеет афелий около 170 000 а. е.; соответственно период ее должен быть около 24 млн. лет.

9. Комета Аренда — Ролана (1957 VII), у которой одновременно был хвост I и II типов, причем вследствие особенности расположения относительно Земли, которая пересекала плоскость орбиты кометы, хвост II типа выглядел как очень узкий длинный луч, направленный к Солнцу (рис. 62). Это —



Рис. 62. Комета Аренда — Ролана 1957 г.

первая комета, у которой обнаружено радиоизлучение хвоста (радиоизлучение комет было предсказано за несколько лет до этого С. М. Полосковым).

оказывается матовой, испещренной крошечными «оспинками» — следами столкновения с микрометеоритами. Микрометеориты, или метеорную пыль, нередко собирали на Земле (на специально разостланных полотнищах либо на снежном покрове в горах), особенно во время метеорных потоков. На рис. 63 показана микрофотография правильных блестящих шариков метеорной пыли.

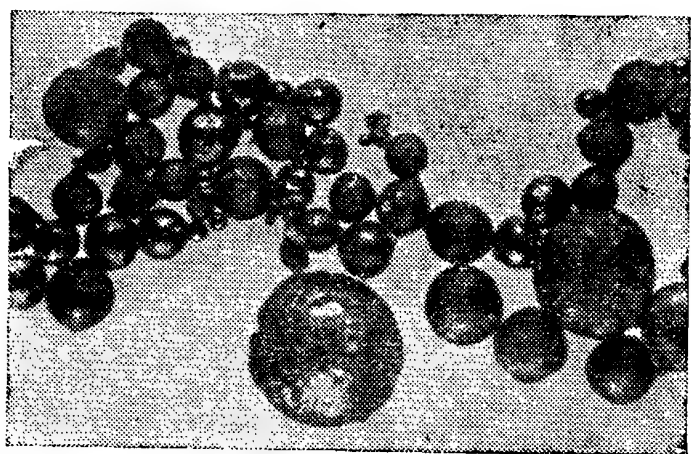


Рис. 63. Метеорная пыль в районе падения Тунгусского метеорита.

Возможно, что общая масса микрометеоритов, выпадающих на Землю, во много раз превосходит общую массу метеоритов. Иногда число столкновений ИСЗ с микрометеоритами возрастает в сотни раз. Очевидно, что ИСЗ попал в рой микрометеоритов, которые движутся вокруг Солнца подобно обычным метеорным роям, дающим метеорные потоки.

Естественно, что в каждой точке земной поверхности, даже наблюдая всю видимую полусферу неба, мы можем держать под контролем лишь весьма малую часть земной атмосферы. Из рис. 64 можно усмотреть, что в предутренние часы число метеоров («встречных») относительно больше, чем в вечерние.

В тех весьма редких случаях, когда метеорная частица достаточно велика, она порождает в атмосфере явление несравненно более грандиозное, чем метеор, — *болид*. Болид наблюдается как большой ярко светящийся шар с длинным следом, днем — темным, ночью — тоже светящимся (рис. 65). Появление болида часто сопровождается шумом, свистом и грохотом, которые слышны через несколько секунд после разрыва шара на мелкие куски (этим обычно завершается явление). В том случае, когда масса метеорного тела не успевает вся рассеяться в воздухе (когда масса метеорного тела достаточно велика, а относительная скорость встречи с Землей мала), на землю падает *метеорит* (см. рис. 237). Громадные метеориты образуют при своем падении метеоритные кратеры (стр. 56). (Об изучении Тунгусского метеорита см. АК 1965, 233—249.)

Самый большой из найденных метеоритов (Гоба, Юго-Западная Африка) имеет вес 50 т, объем около 9 м³. Всего зарегистрировано около 1500 падений, которые дали до 500 т метеоритов. В сутки

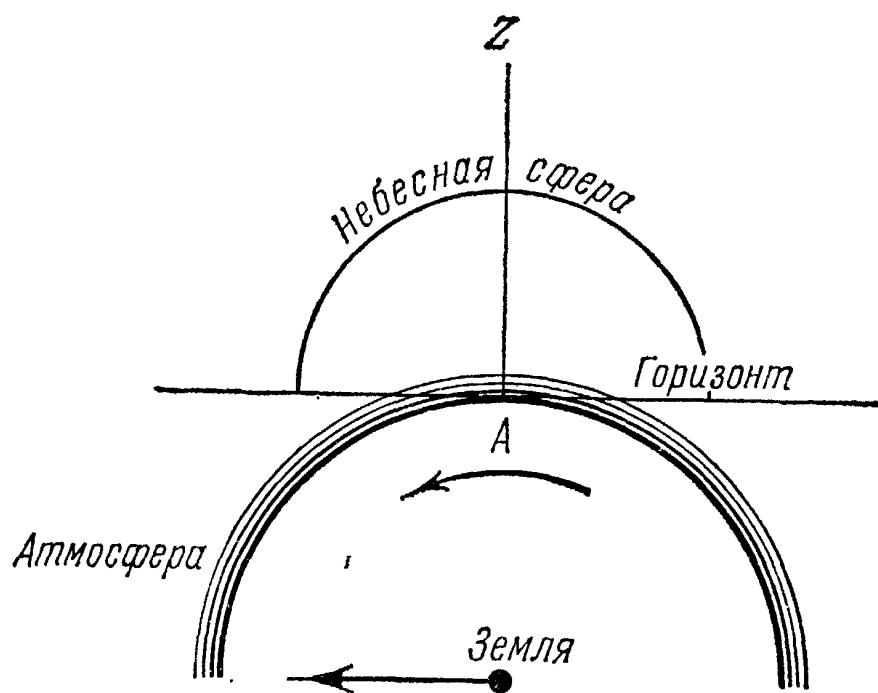


Рис. 64. Обозримая часть атмосферы Земли. Находясь в точке А, мы видим половину небесной сферы, но малую долю земной атмосферы и, следовательно, малую долю метеоров, падающих на Землю.

на Землю падает около 2000 метеоритов со средним весом 100 кг. А находят — несколько в год!

Метеориты хранятся в специальных музеях или особых отделах минералогических музеев. Таковы коллекции в Минералогическом музее АН СССР в Москве, Геологическом музее АН УССР в Киеве, Горном музее в Ленинграде, университетских музеях Ленинграда,



Рис 65. Болид.

Одессы, Казани, Харькова, Тарту, Львова, Саратова и некоторых других. На протравленной кислотой поверхности шлифа железного метеорита видны характерные *видмаништитеновы фигуры* (рис. 66).

При помощи химического и спектрального анализов в метеоритах обнаружены почти все известные химические элементы.

По своему составу метеориты бывают: железные (4% веса всех собранных при падениях метеоритов), каменные (92%) и железо-каменные (4%). Железные метеориты состоят в среднем на 85% из железа, на 12% из никеля; 3% составляют кобальт, сера, фосфор и т. д.

Впервые в железных метеоритах Сихотэ-Алинского падения (12 февраля 1947 г.) были обнаружены золото и платина. Каменные метеориты состоят из окислов кремния, магния, натрия, кальция, железа, алюминия и некоторых других элементов.

Падения метеоритов происходили и в доисторические времена, свидетельством чего служат восемь известных ископаемых метеоритов. Так, например, в ноябре 1957 г. в одной из шахт Магаданской области на глубине 32 м в четвертичных отложениях найден был железный метеорит весом в 18,8 кг, который упал 15—20 тысяч лет назад, уже в послеледниковую эпоху.

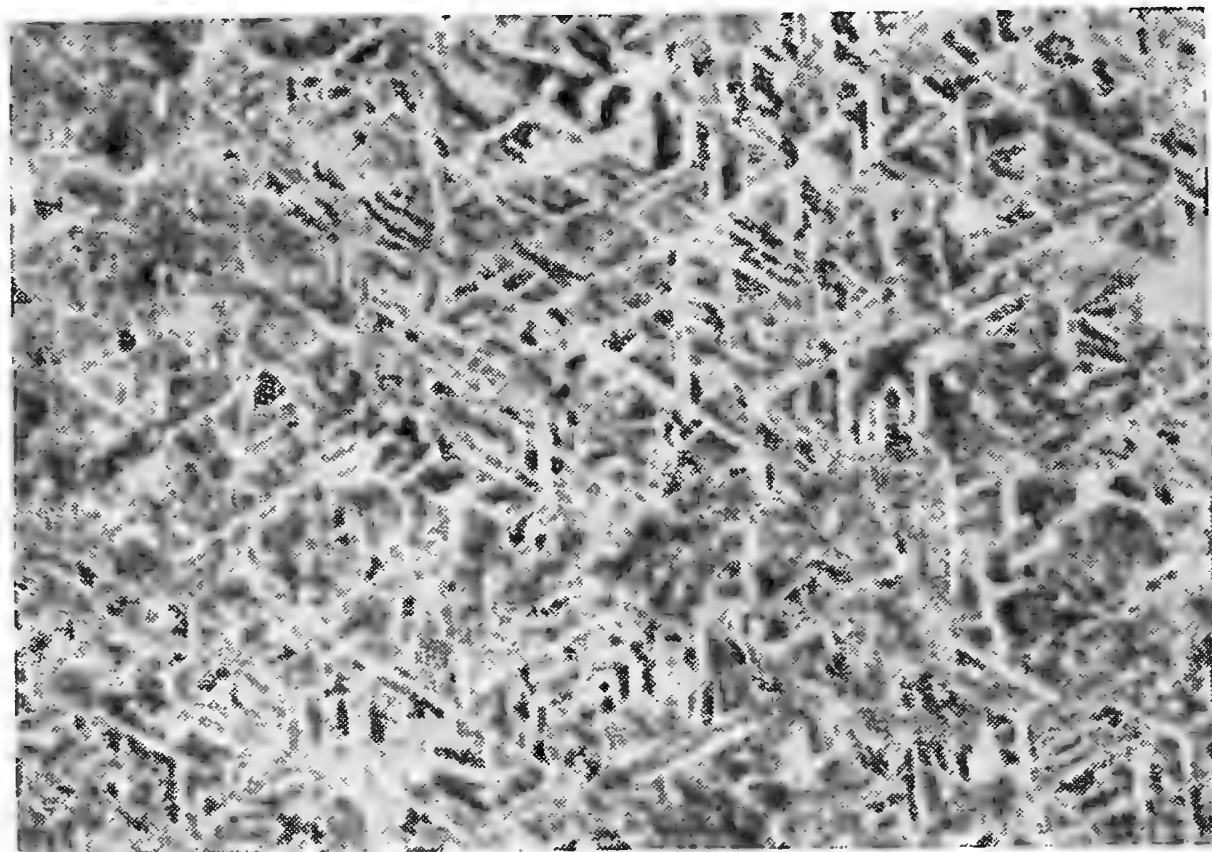


Рис 66 Видманштеттеновы фигуры.

Последние годы все большее внимание уделяется загадочным темно-зеленым или черным полупрозрачным стекловидным телам округлой формы, получившим название *тектитов* (от греческого слова «тектос» — оплавленный). Их находили в различных местах земного шара. Оказалось, что еще пещерные люди 25 000 лет назад применяли их для различных целей. Фольклор разных континентов дает им названия, подчеркивающие их космическое происхождение («солнечные камни», «лунные шары», «лунные камни» и т. д.). Большинство тектитов имеет размеры грецкого ореха, самые большие весят сотни граммов, отдельные образцы достигали нескольких килограммов. Форма тектитов — шар, яйцо, груша, луковица, капля, столбик, иногда диски, нередко с утолщением по краям. Химический состав тектитов заметно отличается от метеоритного. Для разных «тектитных полей» химический состав несколько различен, но в среднем они состоят (в процентах) из

SiO ₂	73,29%	CaO	2,76%	TiO ₂	0,86%
AlO ₃	12,045%	K ₂ O	2,44%	Fe ₂ O ₃	0,79%
FeO	4,48%	MgO	2,19%	MnO	0,12%
		Na ₂ O	1,35%		

В ряде мест обнаружены следы выпадения «тектитных дождей» с эллипсом рассеяния размером от нескольких сотен до тысяч километров. Разгадка происхождения тектитов требует новых находок и новых исследований свойств этих загадочных космических пришельцев из космоса (ЗиВ, № 2, 1965).

Подавляющее большинство метеорных тел образуется при распаде комет и долгое время остается объединенным в *рои*. Когда путь Земли в пространство пересекается с путем *метеорного роя*, мы наблюдаем *метеорный поток*. Частицы, составляющие метеорные рои, движутся в пространстве по эллиптическим орбитам вокруг Солнца. В настоящее время вычислены орбиты более 350 метеорных *роев* (см. сборник «Исследование метеоров» № 1, «Наука», 1966, и АЦ № 423, 1967). По эллиптическим орбитам (притом также в прямом направлении) двигались и все метеориты, выпавшие на Землю, болиды и отдельные метеорные тела, движение которых было изучено. За последние десятилетия установлена прямая связь восьми метеорных потоков с кометами, которые, распадаясь и рассеиваясь вдоль орбиты, дали начало метеорным роям. Таковы, например, Персеиды (комета 1862 III), Лириды (комета 1861 I), Леониды (комета 1866 I).

В качестве иллюстрации приведем сопоставление элементов орбит кометы 1866 I (она же комета 1833, 1799, 1766 гг.) и метеорного потока Леонид (табл. V).

Т а б л и ц а V

Элемент орбиты	Комета	Леониды
Период	33 ^a ,2	33 ^a ,3
Перигельное расстояние . .	0,98 а. е.	0,99 а. е.
Эксцентриситет	0,91	0,90
Наклонение	17 1/4°	13 3/4°
Долгота узла	231°,15	231°,5
Долгота перигелия	60°	56°

О существовании метеорного роя мы узнаем, когда его частицы врываются в атмосферу, порождая поток метеоров. Одни потоки повторяются ежегодно, другие наблюдаются лишь изредка. Это связано со структурой роя. В молодом рое, недавно образовавшемся от кометы-родоначальницы, частицы будут сосредоточены в ограниченном объеме пространства, образуя сгущение на каком-то участке орбиты. Метеорные потоки будут проявлять себя и наблюдаться сравнительно короткое время. Если под влиянием планетных возмущений рой со временем становится более широким и «расползается» вдоль всей своей эллиптической орбиты, поток будет наблюдаться каждый год, в течение бóльшего времени, и часовое число метеоров будет меньше меняться от года к году — интенсивность потока будет примерно одной и той же каждый год. Так, например, Персеиды наблюдаются уже несколько десятков лет в определенные дни года (табл. 31).

В эпохи активности метеорного потока метеоры кажутся как бы вылетающими из одной определенной области неба, из определенного созвездия, которое и дает название потоку. Таковы, например, потоки



Рис. 67. Метеорный радиант.

Персеид, Лирид, Драконид и т. д.*). Наблюдаемые участки траекторий метеоров сравнительно малы, мы можем их считать прямолинейными, а если продолжить назад пути метеоров какого-либо одного потока, нанесенные на звездную карту, то все они пересекутся в одной точке **), называемой *радиантом* (рис. 67). Видимые пути метеоров расходятся вследствие законов перспективы. В действительности в пространстве метеорные частицы двигались параллельно друг другу (рис. 68). Весьма редко наблюдалось замечательное зрелище «звездного

*) Название некоторых потоков связано с кометой — родоначальницей: Биелиды, Понс-Виннекиды и др.

**) Точнее, в пределах небольшой площадки на небе.

дождя» (таковы, например, «дожди» Драконид в 1933 и 1946 гг.). Это явление происходит тогда, когда метеорный рой и Земля одновременно подойдут к точке пересечения их орбит.

Метеорный поток Леонид известен почти 3800 лет. Каждые 33 года до конца XIX в. повторялись обильные звездные дожди из этого радианта. Правда, в 1899 и 1933 г. поток как будто бы иссяк (часовое число метеоров упало до нескольких десятков), но в 1965 г. он вновь начал усиливаться (часовое число 500), а в 1966 г. стал исключительно мощным (150 000 метеоров в час! См. рис. 69).

Если радиант наблюдается несколько дней, то можно обнаружить, что он смещается среди звезд. Это так называемое *суточное смещение радианта* связано с тем, что вследствие кривизны орбит Земли и метеорного роя ото дня ко дню меняются условия встречи Земли с метеорными частицами. Для отдельных потоков суточное смещение приведено в табл. 35.

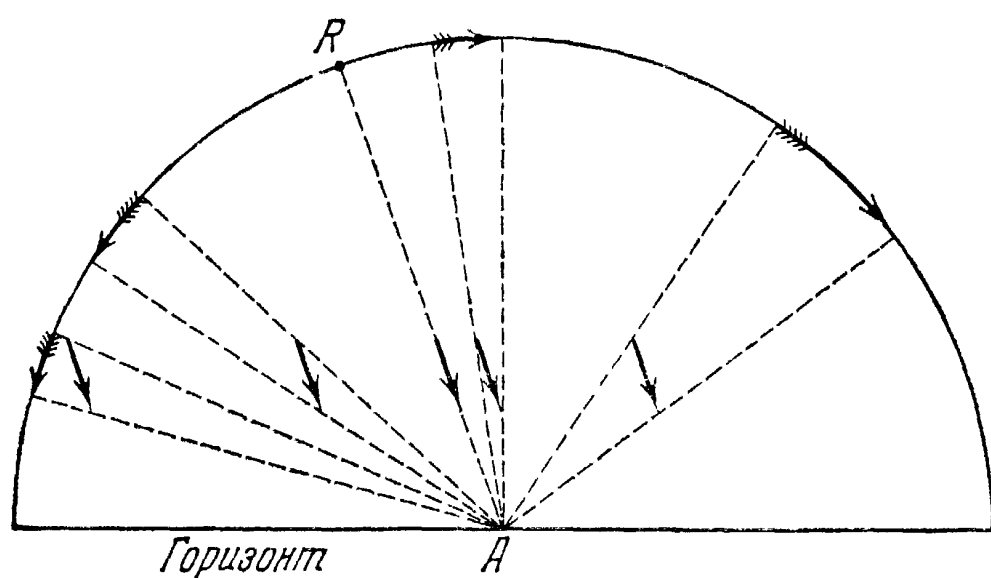


Рис. 68. Объяснение видимого расхождения путей метеоров, которые влетают в атмосферу Земли параллельными путями. А — наблюдатель, R — точка радианта (или просто радиант)

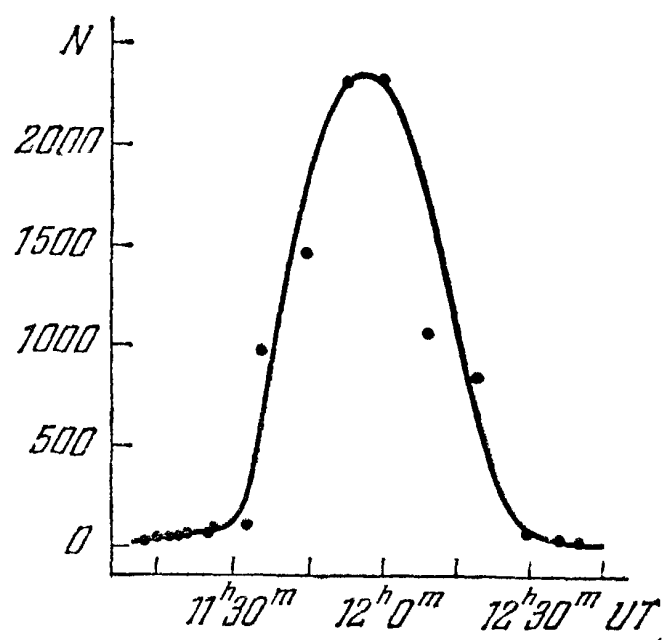


Рис. 69 Изменение числа метеоров в минуту N потока Леонид 17 ноября 1966 г.

Возмущающее действие больших планет, в первую очередь Юпитера, на метеорные рои может привести к тому, что Земля перестанет (навсегда или на некоторое время) встречать какой-либо из известных ранее метеорных роев (что и случилось с наиболее плотной частью роя Леонид в конце XIX — начале XX века) или же, наоборот, встретится с ранее не наблюдавшимся роем.

После второй мировой войны были разработаны очень чувствительные *радиолокационные методы* наблюдения метеоров и метеорных потоков (метод регистрации радиоэха от ионизированной трубки метеорного следа, который существует от долей секунды до нескольких секунд). Эти наблюдения можно производить в любую погоду, и ночью и днем. Таким путем были прослежены днем некоторые известные потоки и открыто несколько новых потоков, действующих днем; среди них очень интенсивный поток с радиантом в созвездии Рыб, действующий в мае в дневные часы. Определение их скоростей подтвердило вывод о том, что метеорные тела образовались в пределах Солнечной системы, а не пришли из межзвездного пространства.

Наряду с метеорными частицами кометного происхождения, дающими метеорные потоки, в Солнечной системе имеются метеорные тела, возникшие при столкновениях астероидов и разлетевшиеся по индивидуальным орбитам. Ими порождается большинство болидов, а метеориты являются остатками именно таких астероидных осколков. Астероидные метеоры не наблюдаются в виде потоков. Вместе с метеорами рассеявшихся роев и метеорами слабых еще не выявленных потоков их называют *спорадическими*.

В последние годы обнаружены *циклиды* — метеорные тела, орбиты которых почти совпадают с земной. Их известно около 40, совокупность их орбит образует как бы тор, внутри которого движется Земля (АЦ № 417, 1967).

Зодиакальный свет. В южных широтах, а в редких случаях и в средних широтах (в феврале — марте вечером на западе после



Рис. 70. Зодиакальный свет.

заката Солнца и в сентябре — октябре утром на востоке перед его восходом) можно видеть слабо светящийся, наклонно стоящий клин, ось которого располагается вдоль эклиптики (рис. 70). Клин этот тянется на расстояние до $60\text{--}80^\circ$ по обе стороны от Солнца и у горизонта имеет $20\text{--}30^\circ$ ширины *). Иногда можно видеть, как восточная и западная части зодиакального света, продолжаясь еще дальше, как бы смыкаются, образуя в области неба, противоположной Солнцу, светлое пятно овальной формы длиной $10\text{--}20^\circ$, так называемое *противосияние*. Оно также несколько вытянуто вдоль эклиптики. Наибольшую высоту над горизонтом противосияние имеет зимой около полуночи. Яркость

*) Правда, из-за сумерек зодиакальный свет нельзя проследить ближе, чем на 30° от Солнца. С другой стороны, во время полных солнечных затмений можно проследить солнечную корону вплоть до $7\text{--}7\frac{1}{2}^\circ$ от центра Солнца. Эта корона дает спектр поглощения, подобный спектру зодиакального света (стр. 71).

зодиакального света испытывает колебания соответственно колебаниям солнечной активности (например, после хромосферных вспышек).

Зодиакальный свет иногда превосходит по яркости облака Млечного Пути; он не имеет резких очертаний и постепенно сливается с фоном неба. В безлунную темную ночь, даже вдали от самого клина зодиакального света, до 60% общей светимости фона ночного неба надо отнести за счет слабого свечения зодиакального света.

Спектральные исследования показывают, что явление зодиакального света состоит в рассеянии солнечного света в основном многочисленными частицами метеорной пыли, причем ближе к Солнцу расположены более мелкие частицы, но, вероятно, поперечником не меньше 0,01 мм.

Рис. 35 показывает связь зодиакального света и внешней короны Солнца. Противосияние — результат рассеяния солнечного света пылинками, находящимися за пределами земной орбиты.

Частицы пылевой материи постепенно выпадают на Солнце (под действием *эффекта Пойнтинга — Робертсона*, который вызывает уменьшение размеров и эксцентриситетов орбит всех легких метеорных частиц), и, следовательно, должны пополняться извне. Эффект Пойнтинга — Робертсона заключается в торможении гелиоцентрического движения космических тел и частиц солнечным светом, которые под его влиянием движутся по спиральным траекториям. Окружающая Солнце метеорная материя как бы «всасывается» им и выпадает на его поверхность. Аналогичный эффект может вести к движению по планетоцентрическим спиралевидным траекториям для частиц вблизи планет. Источником пылевого вещества могут быть постепенно разрушающиеся периодические кометы, а также малые планеты, которые, сталкиваясь меж собой и дробясь, образуют мелкие обломки и пыль *).

Можно думать, что в это облако пыли погружены и Солнце и близкие к нему планеты, включая Землю и Марс. Наблюдения зодиакального света, а также противосияния возможны лишь в темные, безлунные ночи при достаточно прозрачной атмосфере.

9. Происхождение планет. Происхождение комет

Происхождение планет. Происхождение Земли и планет интересовало людей задолго до того, как оказалось возможным, используя познанные законы природы и данные наблюдений, приступить к научной разработке космогонических вопросов. Гипотезы, выдвинутые в XVIII и XIX вв. для объяснения происхождения планет, были в значительной части умозрительными и механическими; они не учитывали физической стороны явлений.

Основные факты, которые должна объяснить космогоническая теория, следующие: 1) планеты движутся в плоскостях, близких к плоскости эклиптики, а также к плоскости солнечного экватора; 1) все планеты и спутники движутся в одном (прямом) направлении, за ис-

*) АВ 1, 103, 1967.

ключением нескольких далеких спутников больших планет; 3) в эту же сторону вращаются вокруг своих осей планеты (кроме Венеры и Урана); 4) расстояния от Солнца увеличиваются закономерно при переходе от одной планеты к другой (эмпирически это правило было найдено в конце XVIII в. Тициусом и Бодде *); 5) планеты делятся на две группы по массе, размерам, плотности и химическому составу: планеты земного типа и планеты-гиганты; 6) Солнце содержит $99\frac{6}{7}\%$ массы всей системы, но на его долю приходится лишь 2% общего момента количества движения **).

К этим основным фактам можно прибавить другие, которые также нельзя объяснить случайными причинами; их нужно объяснить наряду с объяснением происхождения и развития планетной системы в целом.

Классические космогонические гипотезы происхождения планет из сжимающейся газовой туманности, отделяющей от себя кольца (Лаплас), или из облака метеоритных пылевых частиц (Кант), хотя и были для своего времени прогрессивными, так как содержали идею развития, все же оказались несостоятельными. Выяснилось, что процесс конденсации вещества такой туманности в планеты не мог протекать так, как это предполагали Кант и Лаплас. Кроме того, ныне существующее распределение общего момента количества движения между Солнцем и планетами также нельзя было объяснить в рамках этих гипотез.

Сменившие их многочисленные гипотезы и в том числе известная гипотеза Джинса (встреча с Солнцем звезды, породившая на его поверхности громадную приливную волну, вершина которой оторвалась вслед за звездой и разбилась затем на отдельные сгустки-планеты), не могли справиться с объяснением распределения момента количества движения и некоторых других черт Солнечной системы.

Среди гипотез последнего времени можно упомянуть гипотезу К. Вейцеккера (ФРГ) образования планет из вихрей во вращавшемся вокруг Солнца облаке и гипотезу Дж. Койпера (США) образования планет из массивных газовых сгустков, протопланет, оставшихся от окружающего Солнца облака после его распада под влиянием гравитационной неустойчивости.

В 1943 г. О. Ю. Шмидт (СССР) начал разработку новой космогонической гипотезы. Согласно этой гипотезе в газовой-пылевом облаке, окружающем Солнце, в результате соударений частиц происходило постепенное слипание их в ядра будущих планет; при этом часть энергии движения превращалась в тепло и рассеивалась в пространстве. По мере накопления вещества на поверхности таких ядер их орбиты

*) Вот это правило: $10a_n = 3 \times 2^{n-1} + 4$, где a_n — расстояние планеты от Солнца, выраженное в а. е., n — номер планеты, начиная от Венеры (для Меркурия первый член справа равен нулю). Отсутствие планеты, соответствующей $n=4$ (среднее расстояние от Солнца 2,8), заставило предпринять специальные поиски «недостающей» планеты, увенчавшиеся открытием 1 января 1801 г. Цереры, а затем многих других астероидов (стр. 84).

**) Моментом количества движения называется произведение $\mathcal{M}RV$, где $\mathcal{M}$ — масса планеты, R — ее расстояние от Солнца, а V — скорость движения.

вокруг Солнца из эллиптических постепенно превращались в круговые, а сами ядра располагались на определенных расстояниях от Солнца. Часть вещества первоначального облака упала на Солнце, часть была «отогнана» излучением Солнца.

Земля и планеты согласно этой гипотезе образовались в итоге постепенной аккумуляции твердых частиц как первоначально холодные тела и никогда не находились в раскаленно-жидком состоянии. В дальнейшем вследствие выделения тепла при распаде радиоактивных элементов недра Земли постепенно разогревались, чем и объясняются вулканизм, образование газовой атмосферы, гидросферы и т. п. К большим планетам на заключительной стадии их роста присоединилось газовое вещество, чем объясняется различие в составе и строении группы больших планет и планет земного типа.

Вопрос о происхождении газовой-пылевой облака вокруг Солнца до настоящего времени не решен окончательно. Наиболее вероятно, что оно возникло одновременно с Солнцем при его образовании. Х. Альвен (Швеция) предполагает, что быстро вращавшееся Солнце при своем образовании имело сильное магнитное поле, увлекавшее из окружающей среды ионизованное газовое вещество. Вращение Солнца замедлялось, а момент количества движения передавался околосолнечному облаку; вращаясь, оно постепенно образовало диск вокруг Солнца.

Очевидно, что вопрос о начальном состоянии планетной системы тесно связан с проблемой происхождения самого Солнца, иначе говоря, с общей проблемой происхождения звезд (стр. 194).

Происхождение комет. Предположение о том, что кометы приходят из межзвездного пространства, было отвергнуто, когда выяснилось, что не было комет, имевших на расстоянии 1 а. е. от Солнца скорость больше 42 км/сек (т. е. больше так называемой *параболической скорости*; см. стр. 257). Кометы явились побочным продуктом при образовании планет из первоначального газовой-пылевой облака. Большие массивные планеты изменяли пути пролетающих вблизи них небольших конденсаций и, по гипотезе Я. Оорта (Голландия), постепенно образовали громадный рой кометных ядер (общее их число, вероятно, около ста миллиардов, а общая масса оценивается всего лишь в 0,1 массы Земли). Этот рой простирается теперь до расстояний в 100—200 тысяч а. е. от Солнца. Многие такие ядра не приближаются к Солнцу, не образуют хвостов и не растрачивают своего вещества. Иные, под действием окружающих Солнце звезд, изменяют свои орбиты и навсегда покидают Солнечную систему, другие же под действием больших планет переходят на более короткопериодические орбиты, приближаются к Солнцу, демонстрируя все фазы изменения внешнего вида кометы; некоторые из них становятся надолго короткопериодическими кометами и довольно быстро эволюционируют под действием солнечного тепла и «солнечного ветра». Можно полагать, что так называемый Тунгусский метеорит на самом деле был ядром небольшой кометы (поперечником менее 100 м), столкнувшейся с Землей 30 июня 1908 г.

С. К. Всехсвятскому (Киев) принадлежит гипотеза происхождения комет в результате мощных вулканических извержений больших планет (в особенности Юпитера), которые как бы «выстреливают» комету из своих недр со скоростью, превышающей скорость освобождения для поверхности планеты.

10. Звезды

Звезды, подобно Солнцу, — гигантские раскаленные самосветящиеся газовые шары с температурами ядер в среднем от 15 до 30 млн. градусов. Они находятся от нас на громадных расстояниях, по сравнению с которыми масштабы Солнечной системы представляются ничтожно малыми. Ближайшая звезда находится в 60 000 раз дальше, чем самая далекая планета Плутон. Свет, который от Солнца доходит до нас за восемь минут, а до самой удаленной планеты — Плутона — за 5 часов, до ближайшей звезды идет 4,3 года. Путь, проходимый светом в один год, часто употребляется как единица расстояний под названием *световой год*. Он равен $9,46 \cdot 10^{12}$ км или $6,3 \cdot 10^4$ а. е.

Созвездия. Невооруженным глазом в безлунную ясную ночь можно различить около 3000 звезд над горизонтом места наблюдения. Вся небесная сфера содержит около 6000 звезд, видимых простым глазом. Для удобства ориентировки на звездном небе еще астрономы древности разделили его на отдельные участки — созвездия, каждое из которых можно узнать по характерному расположению его ярких звезд. Иногда группа звезд объединяется под общим названием, отличным от названия самого созвездия. Так, например, всем с детства знаком К о в ш созвездия Большой Медведицы — семь ярких звезд, образующих профиль ковша или кастрюли с ручкой; Я с л и — скопление в созвездии Рака, П л е я д ы — скопление в созвездии Тельца, Г и а д ы — скопление также в созвездии Тельца, звезды δ , ϵ и ζ Ориона образуют П о я с О р и о н а. Такие группы звезд называются *астеризмами*. Однако надо иметь в виду, что к созвездию относятся не только яркие звезды, но все звезды, которые попадают в его границы, в том числе и невидимые невооруженным глазом. В настоящее время извилистые и причудливые границы созвездий, намеченные древними астрономами, заменены новыми, идущими только вдоль небесных параллелей и кругов склонения, хотя при их проведении в общем придерживались очертаний старых границ. В атласе, помещенном в Приложении IV, указаны новые границы созвездий. Эти границы относятся к координатной сетке эпохи 1875 г.; с течением времени вследствие прецессии (стр. 241) координатная сетка постепенно смещается и границы созвездий перестают совпадать с направлением кругов склонения и небесных параллелей.

Названия многих созвездий взяты из легенд и мифов древности, в особенности из греческой мифологии; 48 созвездий южного неба обозначены после 1600 г. Все небо в настоящее время разделено на 88 созвездий. В табл. 45 и 46 даны латинские и русские названия созвездий и их широко употребляемые сокращенные обозначения.

С начала XVII в. звезды каждого созвездия стали обозначать буквами греческого алфавита приблизительно в порядке уменьшения их блеска.

275 ярких звезд имеют собственные названия; из них 80% были даны арабами *), сохранилось около 15% греческих и около 5% римских названий звезд и только три названия были даны в новое время. В табл. 47 и 48 приведены многие из них. Слабые звезды обозначаются номерами звездных каталогов, в которые они занесены **), либо их экваториальными координатами. Пользуясь атласом, помещенным в приложении к этой книге, всякий может познакомиться со звездным небом, изучить созвездия и расположение отдельных звезд.

Звездные атласы. Для более детального ознакомления со звездным небом очень полезен «Звездный атлас» А. А. Михайлова (Изд. АН СССР, 1965), который на четырех картах содержит все звезды до $5\frac{1}{2}$ звездной величины от северного полюса неба до 40° южного склонения, и его же «Звездный атлас, содержащий для обоих полушарий все звезды до 8,25 величины» («Наука», 1969). В дополнение к этому атласу, состоящему из 20 карт большого формата, даны обширные списки переменных звезд, двойных звезд, звездных скоплений и список туманностей до 9-й звездной величины.

В Чехословакии в 1948 г. вышел большой звездный атлас обсерватории Скальнате Плесо. Он включает все звезды до $7^m,75$, переменные и двойные звезды, туманности и галактики (до 14^m), Млечный Путь и т. д. К этому атласу в 1951 г. был издан подробный каталог всех этих объектов (третье издание вышло в 1964 г.).

Астрономы располагают рядом специальных звездных атласов, в том числе и фотографических, содержащих более слабые звезды. Обычно звездный атлас сопровождается каталогом звезд, в котором даны точные координаты всех звезд атласа, а также иногда другие характеристики каждой звезды.

Блеск звезд. Звезды различаются друг от друга прежде всего по своему видимому блеску, который характеризуется так называемыми *видимыми звездными величинами* (они, разумеется, не имеют прямого отношения к размерам звезд; об определении размеров будет сказано ниже). С древних времен все звезды, видимые невооруженным глазом в ясную безлунную ночь, были разбиты на шесть групп. Самые яркие звезды относили к звездам первой величины, самые слабые — к шестой. Звезда каждой последующей величины примерно в $2\frac{1}{2}$ раза слабее звезды предшествующей величины. В 1856 г., по предложению Погсона, отношение блеска двух звезд при разности в пять звездных величин было принято равным 100; при этом условии логарифм отношения блеска при разности в одну звездную величину равен 0,4,

*) Часто это были названия частей тела тех фигур, которые давали название всему созвездию. Например, Бетельгейзе — «плечо гиганта», Денебола — «хвост льва», Рас-Альхаг (α Змееносца) — «голова» и т. д.

**) Весьма употребительно обозначение звезд их номерами в каталоге «Боннского обозрения неба» (BD, эпоха 1855 г.). Пример: BD+4°4048 — звезда № 4048 в зоне от $+4^\circ 0'$ до $+5^\circ 0'$ каталога Боннского обозрения.

а само отношение 2,512. Шкала звездных величин была распространена и на звезды слабее шестой величины, видимые только в телескоп, а также на небесные светила, более яркие, чем звезды первой величины (так, например, видимая звездная величина Сириуса — $1^m,4$, Венеры в наибольшем блеске — $4^m,4$, Луны в полнолуние — $12^m,6$, Солнца — $26^m,8$). Зависимость между блеском I_1 и I_2 двух сравниваемых звезд и их звездными величинами m_1 и m_2 выражается следующей формулой:

$$m_1 - m_2 = -2,50 \lg \frac{I_1}{I_2} \quad \text{или} \quad \frac{I_1}{I_2} = 2,512^{(m_2 - m_1)} = 10^{0,4 (m_2 - m_1)} \quad (1)$$

или, после логарифмирования,

$$\lg \frac{I_1}{I_2} = 0,4 (m_2 - m_1). \quad (2)$$

В табл. 79 даны отношения блеска по разности звездных величин двух светил.

До недавнего времени основой *интернациональной шкалы звездных величин* являлась совокупность тщательно определенных звездных величин большого числа околополярных звезд, представляющая фотометрический стандарт большой точности. Это — так называемый Северный Полярный Ряд (NPS — North Polar Sequence) (табл. 52).

Блеск звезд можно оценивать различными способами: *визуально*, т. е. глазом, *фотографически* (сравнивая фотографические изображения звезд разного блеска на негативе), с помощью *фотоэлектрического фотометра* и т. д. Все эти приемники радиации имеют различную чувствительность к лучам разного цвета, т. е. разных длин волн. Эта способность по-разному воспринимать различные лучи характеризуется *кривой спектральной чувствительности*. На рис. 71 представлены такие кривые для глаза (*I* *), обычной (нормальной) фотопластинки (*II*), так называемой фотовизуальной пластинки (искусственно подогнанной к чувствительности глаза) (*III*) и для сурьмяно-цезиевого фотоумножителя (*IV*), являющегося сейчас распространенным приемником радиации при фотоэлектрической фотометрии.

Как видно на рис. 71, максимум чувствительности глаза приходится на длину волны в 550 миллимикрон (*ммк*), фотопластинки — на 420 *ммк*, фотоумножителя — на 380 *ммк*. Отсюда проистекает различие между *визуальными* или *фотовизуальными* и *фотографическими* и прочими видами звездных величин. Визуальные величины определяются для сравнительно ярких звезд. Для более слабых определяют фотовизуальные звездные величины.

В последние десятилетия в астрономической практике широкое применение нашли фотоэлектрические фотометры. Высокая точность фотоэлектрических измерений (ошибка порядка $\pm 0^m,01$ и даже меньше) предъявила новые требования к фотометрической системе, в кото-

*) В таблице 71 помещены подробные данные о спектральной чувствительности глаза в различных условиях: дневное — колбочковое зрение (при яркости больше $5 \cdot 10^{-4}$ стильб), ночное — палочковое зрение (при яркости меньше 10^{-7} стильб).

рой выражаются звездные величины и *показатели цвета звезд* (см. ниже). Оказалось, что международная система, определяемая Северным Полярным Рядом, этим требованиям удовлетворить уже не может. В современной электрофотометрии используется в качестве основной

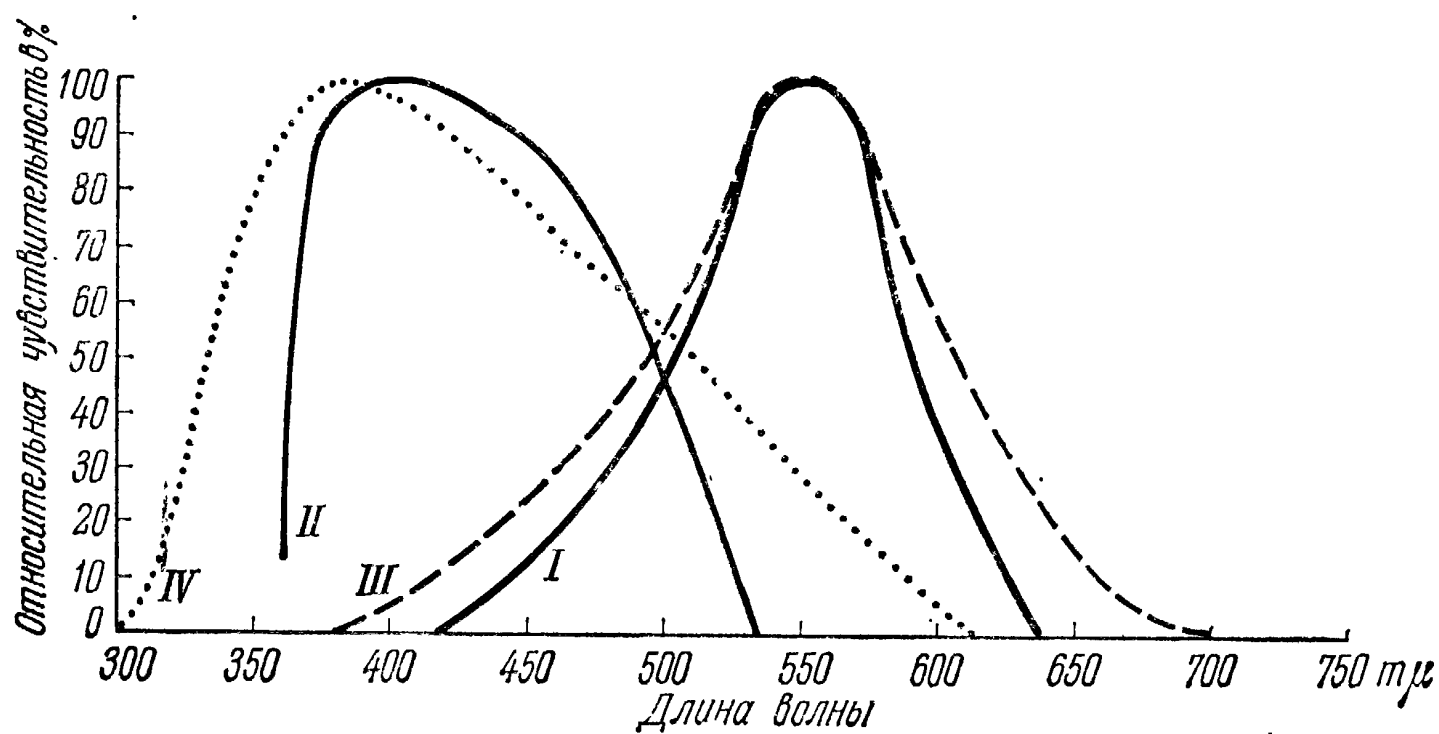


Рис. 71. Кривые дневной спектральной чувствительности глаза (I), нормальной фотопластинки (II), фотовизуальной пластинки (III) и сурьмяно-цезиевого фотумножителя (IV).

фотометрическая система, введенная Джонсоном и Морганом (США) и обозначаемая буквами *U, B, V* (по начальным буквам английских слов: ультрафиолетовые [лучи] — Ultraviolet, синие — Blue и визуальные — Visual). Система *UBV* определяет звездные величины, измеренные в эффективных длинах волн около 350, 435 и 555 мμк

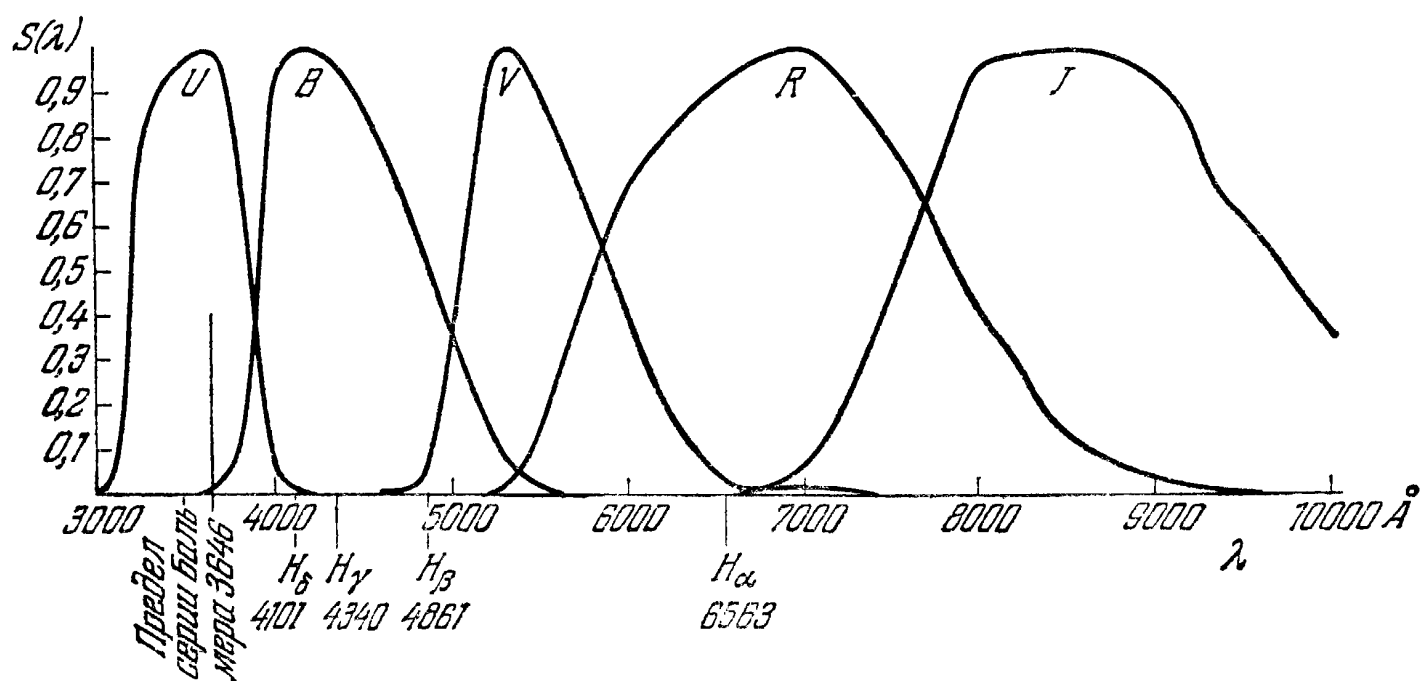


Рис. 72. Кривые относительной спектральной чувствительности (кривые реакции) фотоэлектрических светоприемников в системе *UBVRI*. Везде максимум принят за единицу. Показано положение ряда бальмеровских линий водорода.

(рис. 72). Соответственным образом употребляются два показателя цвета: *U — B* (ультрафиолетовый — синий) и *B — V* (синий — желтый). Нуль-пункт системы показателей цвета установлен так, что несколько звезд спектрального класса A0V (обозначения см. стр. 122), достаточно близких к Солнцу и практически свободных от влияния

межзвездного поглощения света, имеют показатели цвета $U - B$ и $B - V$, равные нулю, т. е. их звездные величины в фиолетовых, синих и желтых лучах совпадают ($U = B = V$). На рис. 72 представлены кривые спектральной чувствительности фотоумножителя вместе со светофильтрами, использовавшимися для установления системы UBV , а также R (красные лучи, эффективная длина волны $6800 \text{ \AA}$) и I (инфракрасные лучи — $8250 \text{ \AA}$), на которых основаны данные каталога звезд (табл. 51 *).

Прибор, который поглощает всю падающую на него радиацию, называется *радиометром*. С его помощью получают *радиометрические* звездные величины. Если учесть поглощение света различных длин волн в оптических деталях телескопа и поглощения света в атмосфере Земли, то получим *болометрические* видимые звездные величины, играющие большую роль в астрофизике, так как с ними связано определение полной энергии, излучаемой поверхностью звезд. Разность между болометрической величиной и визуальной называется *болометрической поправкой* (см. табл. 73). Болометрические поправки зависят от температуры поверхности звезд и до последнего времени вычислялись теоретически. Теперь для этого используют внеатмосферные регистрации спектров звезд, полученные во время запусков ракет и ИСЗ.

Самыми слабыми звездами, изображения которых запечатлеваются на фотографической пластинке лишь после многочасовых выдержек на самых больших телескопах, являются звезды 23-й звездной величины**). Однако существуют миллиарды звезд в нашей звездной системе, которые пока еще недоступны наблюдению современными телескопами. В табл. 48 дан список 20 наиболее ярких звезд всего неба.

Число звезд возрастает по мере увеличения видимой звездной величины. В табл. VI дано число звезд ярче данной видимой величины m .

Таблица VII показывает важную особенность распределения звезд разной звездной величины по отношению к средней линии Млечного Пути — к галактическому экватору (стр. 226). Отношение числа звезд

*) Несмотря на широкое распространение системы UBV (см. табл. 50) и создание большого числа стандартов (табл. 52—54), продолжаются поиски системы, наиболее выгодной для определения основных звездных характеристик. Такова, например, система U, P, X, Y, Z, T, S , создаваемая в Вильнюсе В. Страйжисом. Средние длины волн в этой системе 350, 375, 405, 460, 510, 620 и 640 мкм ; средняя ширина полос пропускания от $100 \text{ \AA}$ (с интерференционным фильтром) до $300\text{—}400 \text{ \AA}$ (со стеклянными фильтрами).

Практически с рефлектором, посеребренным или алюминированным, систему U можно получить с сурьмяно-цезиевым фотоумножителем и фильтром Шотта UG2 толщиной 2 мм ; систему B — с фильтром Шотта BG12— 1 мм или GG13— 2 мм ; систему V — с фильтром GG11— 2 мм . Фотографически эти системы можно получить, комбинируя несенсибилизированные эмульсии с фильтром Шотта UG2 (U), GG13 (B) и изохроматическую эмульсию и фильтр GG11 для системы V . Для рефрактора фильтр GG13 не нужен вовсе.

**) В 5-метровый рефлектор видны звезды до $17^m,5$. С помощью присоединенного к этому рефлектору счетчика фотонов — прибора, регистрирующего отдельные фотоны, удалось обнаружить звезды 24^m .

Округленное число звезд до данной звездной величины

<i>m</i>	<i>N</i> виз. *)	<i>N</i> фотогр.	<i>m</i>	<i>N</i> фотовиз.	<i>N</i> фотогр
1 ^{<i>m</i>} ,0	13	—	12 ^{<i>m</i>} ,0	2 300 000	1 100 000
2,0	40	—	13,0	5 700 000	2 700 000
3,0	100	—	14,0	14 000 000	6 500 000
4,0	500	400	15,0	32 000 000	15 000 000
5,0	1 600	1 200	16,0	71 000 000	33 000 000
6,0	4 800	2 900	17,0	150 000 000	70 000 000
7,0	15 000	8 300	18,0	300 000 000	140 000 000
8,0	42 000	23 000	19,0	550 000 000	280 000 000
9,0	125 000	62 000	20,0	1 000 000 000	510 000 000
10,0	350 000	270 000	21,0	2 000 000 000	900 000 000
11,0	900 000	410 000			

*) Начиная с 5-й звездной величины, числа звезд даны для фотовизуальных звездных величин.

Таблица VII

Среднее число звезд на один квадратный градус.
Галактическая концентрация звезд

Фотогр <i>m</i>	По всему небу	Вблизи галак- тич экватора	Вблизи галактич полюса	Галактическая концентрация
5 ^{<i>m</i>} ,0	0,025	0,045	0,013	3,4
7,0	0,20	0,36	0,10	3,5
9,0	1,5	2,8	0,72	3,9
11,0	11	21	4,3	4,8
13,0	66	150	21	6,8
15,0	360	910	87	10
17,0	1 700	4 800	290	17
19,0	6 700	21 000	770	27
21,0	22 000	74 000	1700	44

вблизи галактического экватора к числу звезд вблизи полюса Галактики называется *галактической концентрацией*. Табл. VII показывает, что галактическая концентрация растет для более слабых звезд. Объяснение этого связано с особенностями пространственного распределения звезд, с формой нашей Галактики (стр. 173).

Цвета и температуры звезд. Даже невооруженному глазу заметны различия цветов ярких звезд: красные Антарес, Арктур, Альдебаран явно отличаются от голубовато-белых Веги, Ригеля, Денеба. Звезда μ Цефея получила название «гранатовой звезды» за свой интенсивно красный цвет.

Цвета звезд различаются как цвета твердых тел, нагретых в различной степени,— от густо-красного цвета «красного каления» до белого и даже голубоватого цвета «белого каления» — и оцениваются баллами по шкале, приведенной в табл. VIII.

Т а б л и ц а VIII

Шкала цветов звезд

Цвет	Балл	Цвет	Балл
Бело-голубой (белый и голубой поровну)	—2	Чисто-желтый	4
Голубовато-белый (белый преобладает)	—1	Темно-желтый	5
Белый	0	Красновато-желтый (желтый преобладает)	6
Желтовато-белый (белый преобладает)	1	Оранжевый (красный и желтый поровну)	7
Беловато-желтый (белый и желтый поровну)	2	Желтовато-красный (красный преобладает)	8
Светло-желтый	3	Красный	9
		Темно-красный	10

У ярких тесных двойных звезд встречаются весьма любопытные сочетания цветов. Таковы, например, β Лебеда (одна из звезд желтая, другая ярко-голубая), γ Андромеды (оранжевая и голубая) и т. д. Появление зеленого, голубого или синего цветов у компонентов двойных звезд является своеобразным оптическим обманом: чувствительный слой глаза (ретины), утомленный ярким светом главной, например, красной звезды, менее яркую звезду видит в так называемом *дополнительном цвете* (в данном случае в зелено-голубом) *).

Т а б л и ц а IX

Цвета некоторых ярких звезд в шкале таблицы VIII

Звезда	m	Цвет	Звезда	m	Цвет	Звезда	m	Цвет
α CMa	-1^m6	0,7	α CMi	0^m5	2,7	γ Cep	3^m4	5,4
β Ori	0,3	1,2	α Aur	0,2	3,3	ε Gem	3,2	5,9
α Lyr	0,1	1,3	γ Cyg	2,3	4,5	α Tau	1,1	6,3
α Leo	1,3	1,5	α Boo	0,2	4,7	α Ori	0,9	6,5
ε UMa	1,7	1,9	α UMa	2,0	5,0	α Sco	1,2	7,2
α Cyg	1,3	2,1	ψ UMa	3,2	5,1	μ Cep	3,9	7,9
α Aql	0,9	2,4	α Ari	2,2	5,4			

В таблице IX дается список ряда ярких звезд, цвет которых оценен по шкале табл. VIII, в табл. 56 — цвета некоторых двойных.

*) Дополнительными цветами являются: для красного 656 мкм синевато-зеленый 492 мкм, для оранжево-красного 608 мкм — голубовато-зеленый 490 мкм, для желтого 585 мкм — синий 482 мкм, для зелено-желтого 564 мкм — фиолетовый 433 мкм.

Точная оценка цвета звезды связана с определением так называемого *показателя цвета* (c), который является разностью ее фотографической и визуальной звездных величин:

$$c = m_{\text{фот}} - m_{\text{виз}}, \quad (3)$$

либо вообще разностью звездных величин в каких-либо двух лучах, например, $B-V$, $U-V$ и т. д. (см. Каталог звезд ярче $4^m,5$ с четырьмя показателями цвета в системе $UBVRI$, стр. 117). Шкалы показателей цвета выбраны так, что для определенного класса белых звезд (см. ниже) все показатели цвета равны нулю. Для красных звезд характерен большой положительный показатель цвета. Соответственно цвету меняется также и температура поверхности звезд. Самая холодная звезда, изученная до сих пор, — χ Cyg, имеет температуру около 1600° *). Самые горячие звезды — ядра планетарных туманностей — имеют температуру $50\,000$ — $100\,000^\circ$. Их показатель цвета — $0^m,60$. Температуры большинства звезд заключены между 2000 и $25\,000^\circ$.

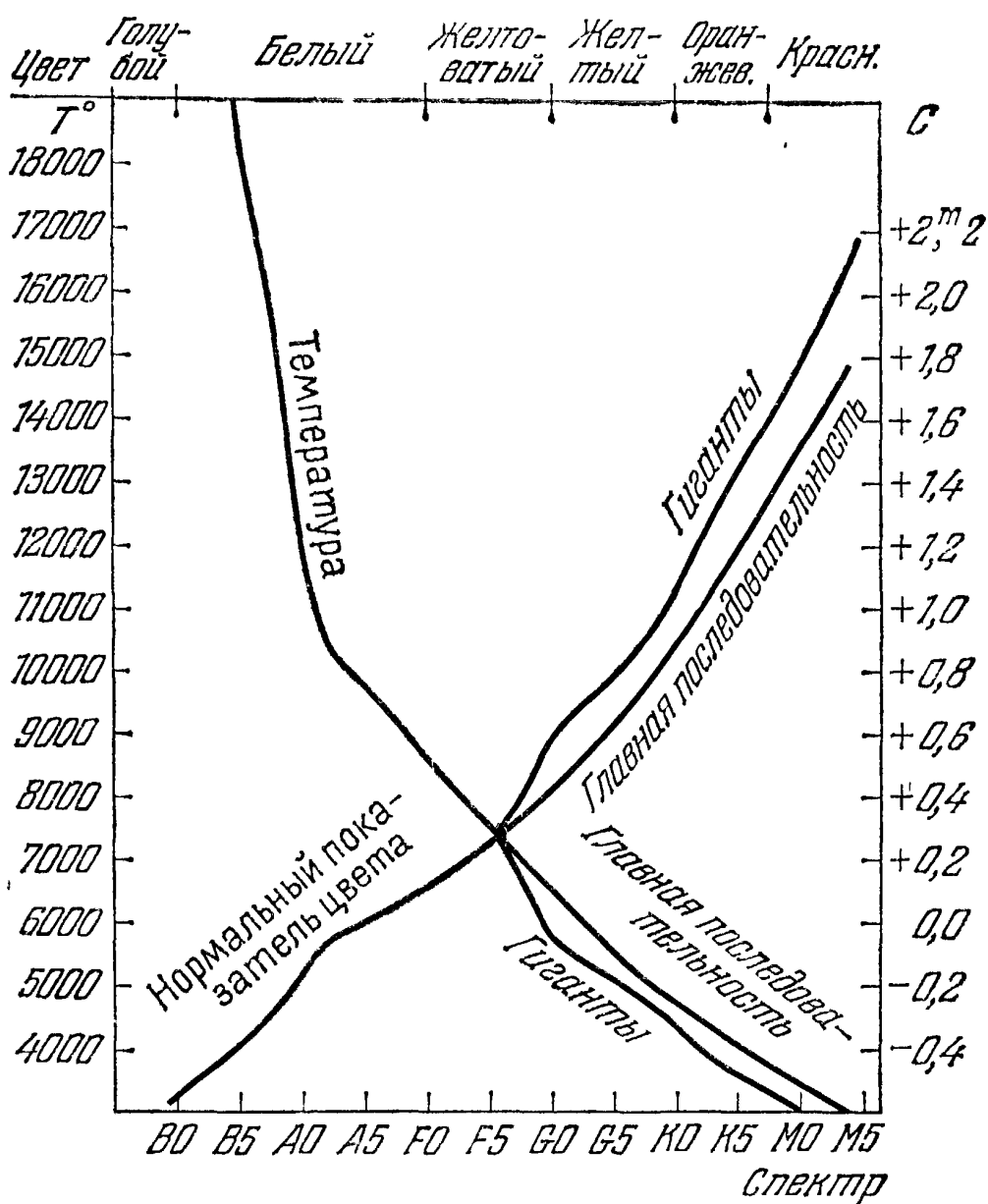


Рис 73 Соотношение между спектром, цветом показателем цвета и температурой звезд $T^\circ\text{К}$.

Связь температуры T и показателя цвета $B-V$ звезды или показателя цвета c звезды можно выразить следующими формулами:

$$T = \frac{7900}{(B-V) - 0,72} \quad \text{или} \quad T = \frac{7200}{c + 0,64}. \quad (4)$$

У звезд, как и у Солнца, можно различать фотосферу и атмосферу, которую также можно условно разделять на ряд слоев: обращающий слой, хромосфера и внешние слои атмосферы (у Солнца это солнечная корона). Определение температуры поверхности представляет собой сложную проблему, так как, в сущности, нет определенного слоя, который можно было бы считать поверхностью звезды. Часто говорят об *эффективной температуре* T_{eff} , т. е. такой температуре, какую

*) В 1965 г. были обнаружены звезды, у которых большая часть излучения приходится на далекую инфракрасную часть спектра. Поверхностная температура их должна быть около 1000°К . В спектре одной из них найдены полосы окиси титана и ванадия.

имело бы *абсолютно черное тело* *) тех же размеров, излучающее ту же общую энергию, что и звезда. Общий поток энергии $E = \sigma T_{\text{eff}}^4$.

Распределение энергии вдоль спектра звезды также зависит от ее температуры и может служить для ее определения (см. стр. 267); это так называемая *цветовая температура*. Одновременно с изменением распределения энергии при переходе от одной температуры к другой смещается и максимум кривой распределения энергии (*закон смещения В. Вина*):

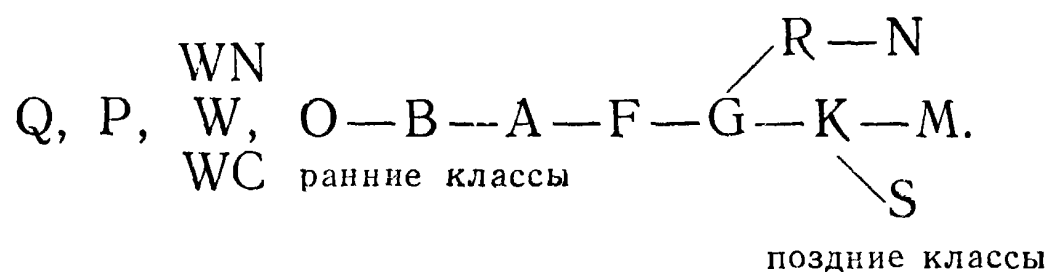
$$T = \frac{2897}{\lambda_{\text{макс}}}, \quad (5)$$

где длина волны $\lambda_{\text{макс}}$, на которую приходится максимум энергии, выражена в миллимикронах, а T — в тысячах градусов абсолютной шкалы температур.

Более точное определение температуры звезды связано с детальным изучением ее спектра.

Спектры звезд. Большинство звезд подобно Солнцу обладает *спектрами поглощения*, т. е. спектрами с темными линиями. На Гарвардской обсерватории (США) была выработана классификация спектров звезд, основанная на оценке (или измерении) интенсивности линий поглощения различных элементов как функции спектрального класса. Основные характеристики спектральных классов помещены в табл. X (см. также рис. 74, а и б).

Кроме этих основных спектральных классов, имеются классы N, R и S, которые представляют собой ответвление от основной последовательности у классов G и K:



Они включают сравнительно небольшое число красных холодных звезд, в спектрах которых видны полосы молекул углерода (C_2), циана (CN) и окиси углерода (CO) — классы R и N, полосы окиси титана (TiO) и циркония (ZrO) — класс S. Спектры Q употребляются для обозначения спектров новых, P — эмиссионные спектры планетарных туманностей. Обозначение звезд типа Вольфа — Райе W **) сопровождается буквами N или C: WN5 — WN8 (азотные) и WC5 — WC8 (углеродные). В спектрах первых видны полосы ионов азота, но нет полос углеродных. В звездах WC нет полос азота. Всего известно около

*) *Абсолютно черное тело* есть некоторое идеальное тело, которое как источник излучения характеризуется максимальным теоретически возможным при данной температуре излучением; с другой стороны, как поглотитель энергии, оно характеризуется способностью полного поглощения всех без исключения падающих на него лучей. Для абсолютно черного тела справедлив закон *Стефана — Больцмана*, а распределение энергии в его спектре описывается *законом Планка* (стр. 267).

**) Иногда обозначаются буквами WR.

Классификация звездных спектров

Класс	Характеристика спектра	Температура	Типичные звезды
О	Линии водорода, гелия, ионизованного гелия, многократно ионизованных кремния, углерода, азота, кислорода. Звезды с линиями излучения в спектре носят название звезд типа Вольфа — Райе (их температура доходит до 100 000°)	25 000— 50 000°	ζ Кормы λ Ориона ξ Персея λ Цефея γ Парусов (W) ι Ориона
В	Линии поглощения гелия, водорода (усиливаются к классу А). Слабые линии Н и К ионизованного кальция	15 000— 25 000°	ε Ориона α Девы (Спика) γ Персея γ Ориона
А	Линии водорода весьма интенсивны, линии Н и К ионизованного кальция усиливаются к классу F, появляются слабые линии металлов	11 000°	α Большого Пса (Сириус) α Лиры (Вега) γ Близнецов
F	Линии Н и К ионизованного кальция и линии металлов усиливаются к классу G. Линии водорода ослабевают. Появляется линия кальция λ 4226 Å, усиливающаяся к классу G. Появляется и усиливается полоса G, образуемая линиями железа, кальция и титана около 4310 Å	7 500°	δ Близнецов α Малого Пса (Процион) α Персея α Кормы
G	Линии Н и К кальция интенсивны. Линия 4226 Å и линия железа довольно интенсивны. Многочисленные линии металлов. Линии водорода слабеют к классу K. Интенсивна полоса G.	6 000°	Солнце α Возничего (Капелла) β Южной Гидры
K	Линии металлов, в частности Н, К и 4226 Å, интенсивны, линии водорода мало заметны. Полоса G интенсивна. С подкласса K5 становятся видимыми полосы поглощения окиси титана TiO	5 000°	α Волопаса (Арктур) β Близнецов (Поллукс) α Тельца (Альдебаран)
M	Интенсивны полосы поглощения окиси титана и других молекулярных соединений. Заметны линии металлов, в частности, Н, К и 4226 Å; полоса G слабеет. В спектрах долгопериодических переменных типа о Кита имеются линии излучения водорода (обозначаются Me).	2 000— 3 500°	α Ориона (Бетельгейзе) α Скорпиона (Антарес) о Кита

250 звезд типа W. Это звезды примерно вдвое больше Солнца по диаметру. Температура поверхности от 60 000 до 100 000° К. Это приводит

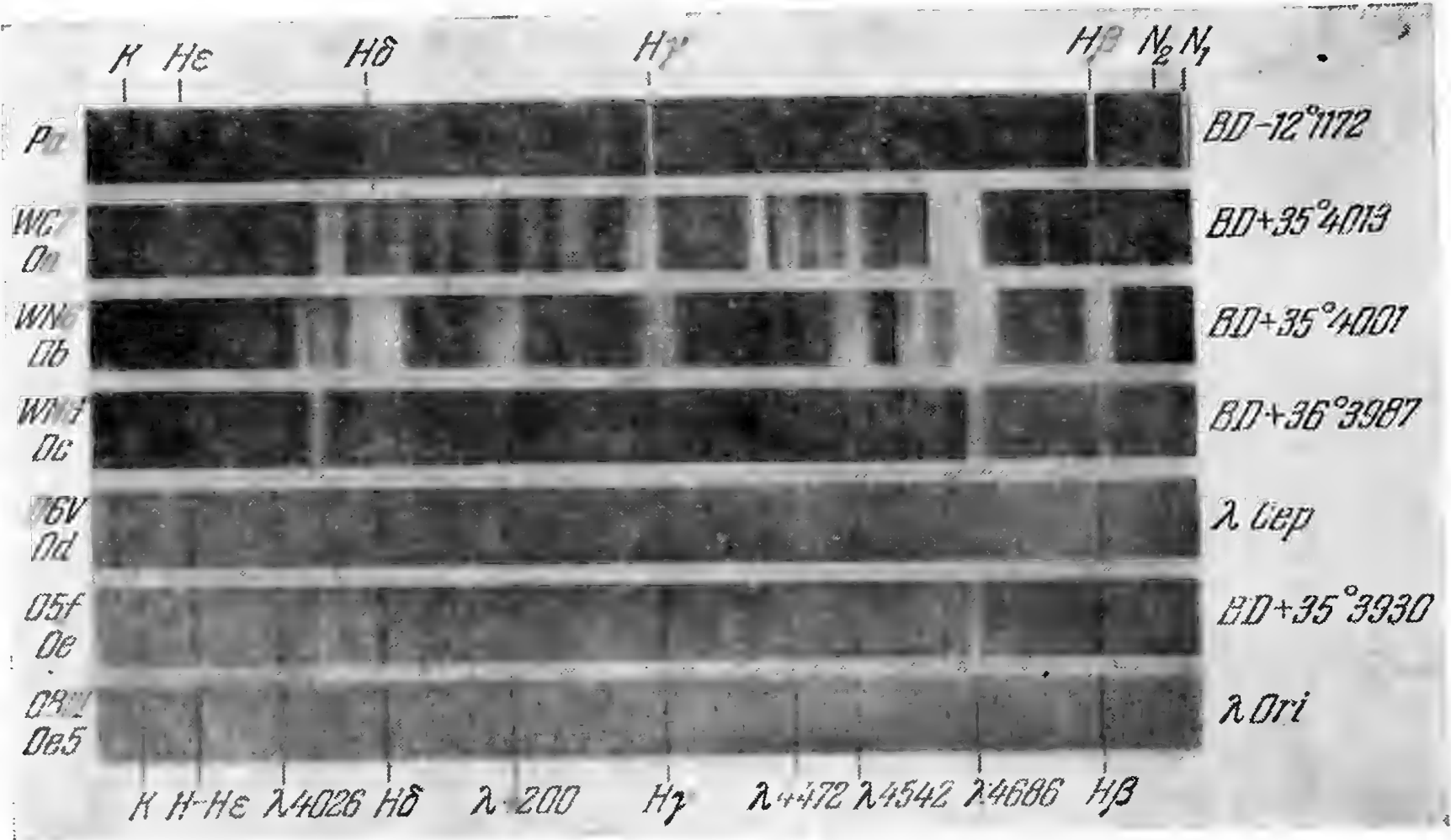


Рис. 74а. Гарвардская классификация звездных спектров (спектры Pa — G0). Спектр Pa является эмиссионным спектром газовых туманностей, т. е. формально не звездный спектр, но так как эти туманности бывают ничтожных угловых размеров и выглядят как звезды, помещение этого спектра в таблицу очень полезно

к очень высокой светимости этих звезд (от —4^м до —8^м). Они окружены радиально расширяющимися сферическими газовыми оболочками.

Самые горячие звезды класса О имеют подразделения: Оа, Об, Ос, Од, Ое и Ое5. Так как основой гарвардской классификации является

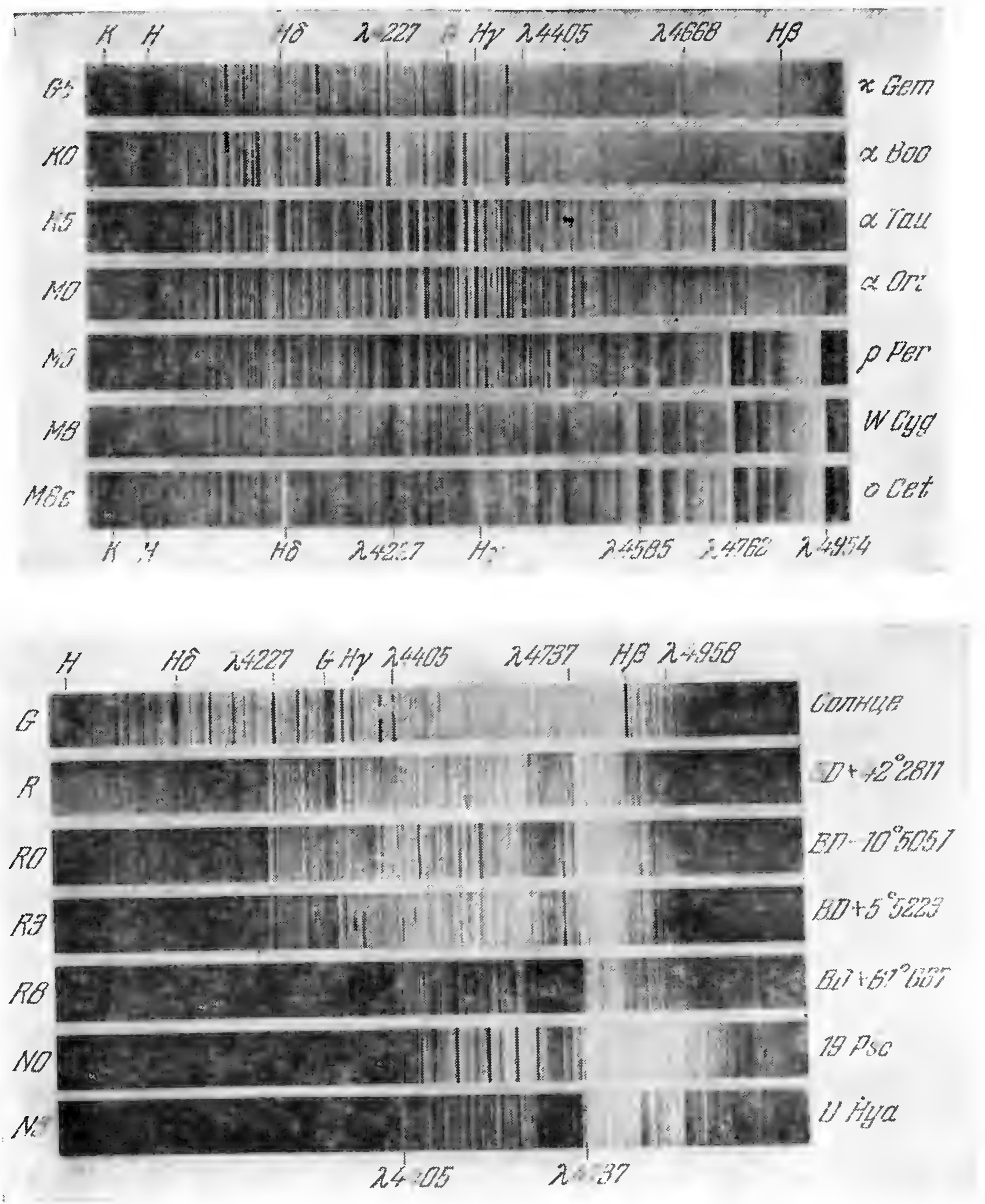


Рис. 746. Гарвардская классификация звездных спектров (спектры G5 — N3).

оценка интенсивности линий различных элементов в спектрах звезд, а эта интенсивность плавно меняется от одного класса к соседнему, то классификация допускает введение промежуточных классов, обозначаемых номерами от 0 до 9, прибавляемыми к буквам. Так появи-

лись классы В2, А4, F7, М3 и т. д. Когда в дальнейшем среди звезд одного и того же спектрального класса выявились группы *карликов*, *гигантов* и *сверхгигантов*, в спектрах которых были обнаружены некоторые характерные особенности, стали применять дополнительные буквенные обозначения, предшествующие спектральному классу: d — карлик, g — гигант и с — сверхгигант, либо следующие за ним: р — особенный, необычный спектр, е — эмиссионные линии, п (до класса F0) — очень размытые линии, s (до класса F0) — резкие линии, k — линии межзвездного газа (атомарные или молекулярные), m — линии металлов (так называемые «металлические звезды»).

Часто употребляемые выражения: *ранние* спектральные классы (О, В и А) и *поздние* спектральные классы (К, М, N, R и S) не имеют прямого отношения к возрасту звезд, — они определяют лишь место в приведенном выше ряду спектральных классов (т. е. определяют, что они стоят «раньше» или «позже»).

Наличие линий тех или иных химических элементов в спектре звезды свидетельствует о присутствии этих элементов в атмосфере звезды. Однако отсутствие линий нельзя понимать как отсутствие соответствующих веществ на звезде. Оказывается, что 95% звезд, спектры которых были подробно изучены, имеют те же элементы и в той же пропорции, что и Солнце (см. табл. III *).

Основную роль в появлении линий играет *температура*. Таким образом, детальная спектральная классификация и изучение линий могут служить для определения температуры звезды. Характер, а для некоторых линий и интенсивность их, зависят от плотности звездной атмосферы. Из лабораторной практики известно, что линии в спектре электрической дуги при нормальном атмосферном давлении принадлежат нейтральным атомам, тогда как линии ионизованных атомов можно получить в спектре электрической искры в разрядной трубке, т. е. при весьма низком давлении **). Подобно этому различаются линии, образовавшиеся в звездах с протяженными атмосферами малой плотности и в звездах с довольно тонкими плотными атмосферами. Звезды-*сверхгиганты* имеют протяженные атмосферы; их спектры показывают тонкие и резкие линии. Звезды-*карлики* имеют сравнительно тонкую, но плотную атмосферу; линии в их спектре не отличаются той резкостью, которую показывают спектры сверхгигантов. Атмосфера нашего Солнца сравнительно тонка: наиболее плотная часть ее, обращаясь слой, имеет толщину всего около 500 км. В очень редких случаях (у некоторых затменно-двойных звезд с протяженной атмосферой) возможно почти непосредственное измерение толщины

*) Вообще во Вселенной наиболее распространенным элементом является водород (около 85%), за ним идет гелий (в восемь раз меньше, чем водорода), затем идут приблизительно в равных количествах углерод, азот, кислород и неон. Из остальных элементов нет ни одного, количество которого превышало бы 0,2 содержания какого-либо из упомянутых четырех веществ.

**) По интенсивности линии поглощения при заданном числе атомов данного элемента в единице объема в разрядной трубке можно судить о количестве вещества, участвующего в образовании линии поглощения в спектре звезды.

атмосферы и исследование ее состава и строения. Так, например, одна из двух звезд, составляющих систему ξ Aul — ее К-компонент, имеет атмосферу толщиной 32 000 000 км. Атмосферы белых карликов имеют (по теоретическим расчетам) толщину всего несколько метров.

В таблице X указаны температуры поверхностей звезд, соответствующие каждому спектральному классу гарвардской классификации. Что же касается недр звезд, то их химический состав и физическое состояние недоступны непосредственному изучению и выводятся из теории внутреннего строения звезд.

По современным представлениям основным источником звездной энергии являются ядерные реакции, протекающие в недрах звезд и сопровождающиеся выделением огромного количества энергии. Главную роль здесь играет превращение самого обильного элемента во Вселенной, водорода, в гелий. Этот процесс может идти двумя путями: 1) путем последовательного присоединения друг к другу четырех протонов (ядер водорода) и объединению их в ядре гелия (*протон-протонная реакция*); 2) путем присоединения протонов к более сложным ядрам, начиная с ядра углерода, с последующим распадом образовавшегося нового сложного ядра на ядро углерода и гелия (*углеродный цикл*). Протон-протонная реакция играет решающую роль при температурах менее 16 млн. градусов; при более высоких температурах преобладает углеродный цикл. С ростом температуры до 100 млн. градусов возможно выделение энергии при образовании из ядер гелия непосредственно ядер углерода (*гелиевая реакция*). Подробнее об этом см. книгу «Физика звезд» С. А. Капана.

Расстояния и светимости звезд. Светимость характеризует общее количество энергии, излучаемой звездой. Видимый блеск звезды не является характеристикой ее светимости, так как зависит от разделяющего нас расстояния. Только приведя этот видимый блеск к одному и тому же расстоянию, можно судить о действительном соотношении светимостей звезд. Основным методом определения расстояния до звезд, на котором построены все другие методы, является измерение *тригонометрического параллакса* звезд. Параллаксом звезды называется угол, под которым со звезды можно было бы увидеть средний радиус земной орбиты (в предположении, что этот радиус перпендикулярен к лучу зрения (рис. 75 *)). Для самой близкой звезды (α Cen) этот угол меньше секунды дуги ($0'',765$) **). В среднем расстояния между звездами в 10^7 раз больше их средних радиусов.

Параллакс π является весьма удобной мерой расстояния r , так как связан с ним простым соотношением:

$$r = \frac{1}{\sin \pi}, \quad (6)$$

*) На рис. 75 звезда находится в плоскости земной орбиты. В общем случае можно представить себе сферу радиусом в 1 а. е. с центром в Солнце. Параллаксом p звезды будет отношение радиуса этой сферы к расстоянию D .

**) Это соответствует толщине карандаша, рассматриваемого невооруженным глазом с расстояния в 1,5 км. Расстояние от этой самой близкой звезды, равное 41 250 000 000 000 км, свет проходит за 4 года 3 месяца и 20 дней.

где расстояние r выражается в астрономических единицах. Так как параллаксы звезд меньше одной секунды дуги ($1''$), то можно заменить $\sin \pi$ самой дугой, выраженной в отвлеченной мере — в радианах (см. стр. 202). Таким образом,

$$r = \frac{206\,265''}{\pi''} \text{ а. е.} \quad (6')$$

Часто за единицу звездных расстояний принимают *парсек* ($пс$) — расстояние, соответствующее параллаксу, равному одной секунде. Тогда

$$r = \frac{1}{\pi''} пс. \quad (6'')$$

Парсек равен 206 265 астрономическим единицам, или $3,083 \cdot 10^{13}$ км, или 3,263 светового года. *Килопарсек* ($кпс$) равен 1000 $пс$, *мегапарсек* ($Мпс$) — 1 000 000 $пс$.

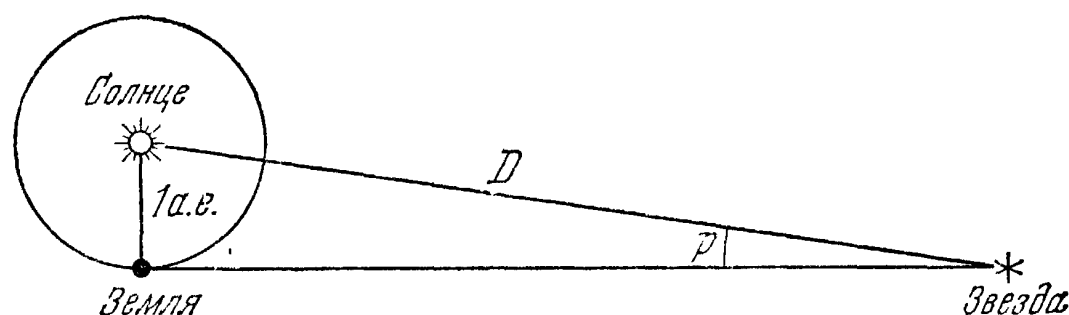


Рис. 75. Параллакс звезды.

Практически определение тригонометрического параллакса производится по нескольким специальным фотографиям, получаемым в моменты, когда Земля находится в разных точках своей орбиты. Движение Земли по орбите вызывает *параллактическое смещение* звезды на фоне более слабых и, следовательно, как можно полагать, более далеких звезд (см. рис. 2). Современные инструменты и методы дают возможность более или менее точно определять тригонометрические параллаксы, не меньшие чем $0'',01$ (т. е. до расстояний в 100 $пс$). Таким методом определены параллаксы ~ 7000 звезд. О других способах определения расстояний, опирающихся на параллаксы звезд в окрестностях Солнца, определенные тригонометрически, сказано ниже (см. *спектральные параллаксы* — стр. 131 и *расстояния цефеид* — стр. 151).

При определении действительной светимости звезд за стандартное расстояние принято расстояние 10 $пс$, или 32,6 светового года, соответствующее параллаксу $0'',1$. Приведенная к этому расстоянию звездная величина называется *абсолютной звездной величиной* M . Имея в виду, что блеск любого источника света меняется обратно пропорционально квадрату расстояния, а расстояния до звезд — обратно пропорциональны соответствующим параллаксам, можно вывести формулы, связывающие видимую m и абсолютную M звездные величины с параллаксом π либо с расстоянием r (выраженным в парсеках):

$$M = m + 5 + 5 \lg \pi \quad (7)$$

или

$$M = m + 5 - 5 \lg r,$$

откуда

$$\lg \pi = \frac{1}{5} (M - m) - 1 \quad (7')$$

или

$$\lg r = \frac{1}{5} (m - M) + 1. \quad (7'')$$

Вычисленный по (7') параллакс называется *фотометрическим параллаксом* (таковы, например, *цефеидные параллаксы*; см. стр. 151).

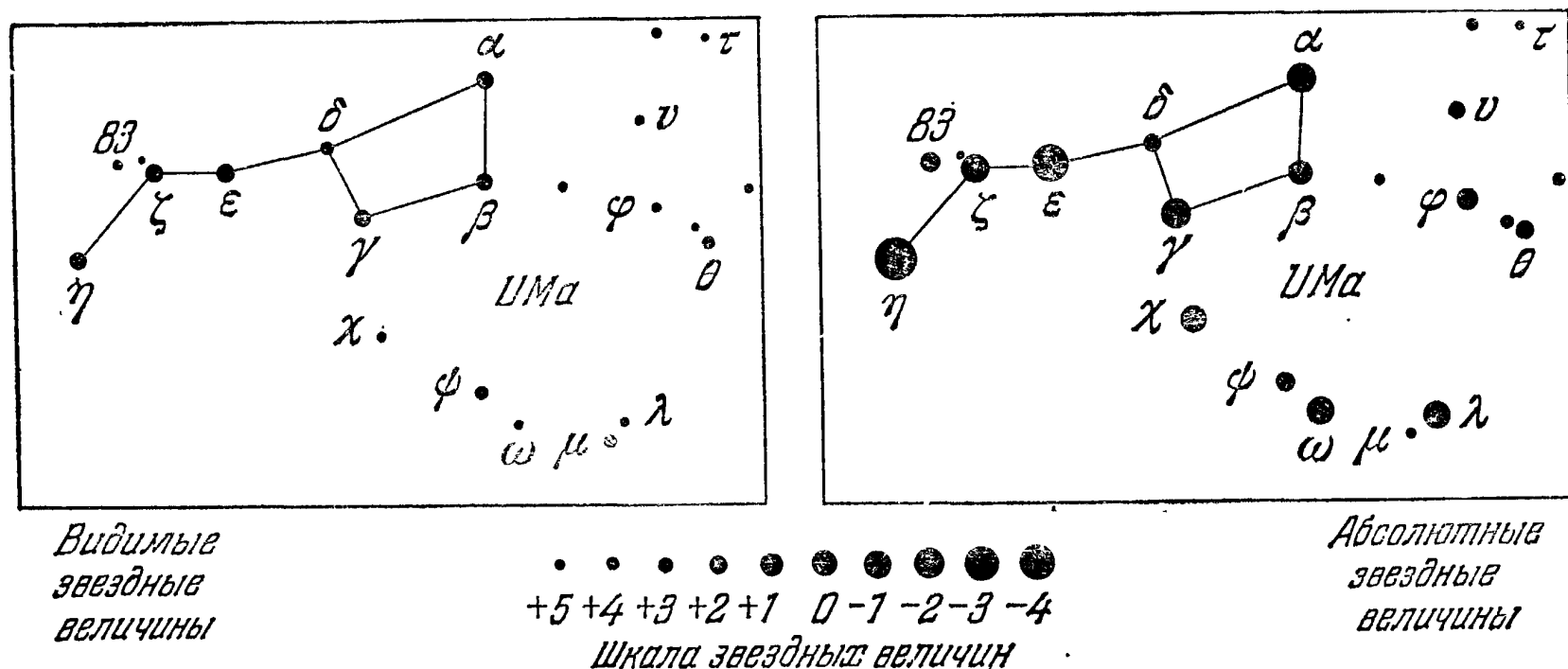


Рис. 76. Созвездие Большой Медведицы: слева — видимые звездные величины, справа — абсолютные.

Величина $m - M$ называется *модулем расстояния*. В табл. 78 дано соотношение модуля расстояния, параллакса π и расстояния r в парсеках.

Вероятную ошибку определения величины M можно вычислить, зная вероятную ошибку $\Delta \pi$ определения параллакса π , по формуле

$$\Delta M = 2,17 \frac{\Delta \pi}{\pi}. \quad (7''')$$

Межзвездное поглощение света (стр. 158) уменьшает блеск звезд, увеличивает их видимые звездные величины. Точная формула этой зависимости, учитывающая поглощение света, имеет следующий вид:

$$M = m + 5 - 5 \lg r - A(r),$$

где $A(r)$ — поглощение света, пропорциональное расстоянию r .

Иначе эту зависимость можно записать так:

$$M = m + 5 - 5 \lg r_1,$$

где $\lg r_1 = \lg r + \frac{ar}{5000}$, r_1 — расстояние, искаженное поглощением, r — истинное расстояние, a — коэффициент поглощения, т. е. поглощение на единицу длины пути, проходимого светом, например, на килопарсек. Среднее значение a равно $2^m,2$ на килопарсек для визуальных

лучей и $1^m,6$ для фотографических. Однако в Млечном Пути имеются направления, в которых a_v достигает $5^m—6^m$.

Применяя формулу (7) к Солнцу ($m_v = -26^m,80$, а модуль расстояния — $31^m,57$), получаем его абсолютную звездную величину $M_v = +5^m$ (точнее, $+4^m,77$).

Светимость звезды L по видимой величине m и параллаксу π можно определить по формуле

$$\lg L = -2 \lg \pi - 0,4 m - 0,1. \quad (8)$$

Отношение светимостей L_1 и L_2 двух звезд, имеющих абсолютные звездные величины M_1 и M_2 , можно вычислить по формуле

$$\lg \frac{L_2}{L_1} = 0,4 (M_1 - M_2). \quad (8')$$

Светимость звезды по отношению к Солнцу вычисляется по ее абсолютной звездной величине по формуле

$$\begin{aligned} \lg \frac{L}{L_{\odot}} &= 0,4 (4,77 - M_v) = \\ &= 1,91 - 0,4 M_v, \end{aligned} \quad (9)$$

где общая светимость (или общая радиация) Солнца равна $L_{\odot} = 3,86 \cdot 10^{33}$ эрг/сек.

Иная форма связи M и L (в единицах светимости Солнца):

$$M_v = -2,5 \lg L + 4,77. \quad (10)$$

В табл. 77 приводятся значения $L/L_{\odot}$, определенные по M_v .

Диаграмма «спектр — светимость». Сравнивая между собой светимости, вычисленные для звезд с измеренными параллаксами, мы встречаем звезды-гиганты, в сотни тысяч раз более яркие, чем наше Солнце [например, ζ_1 Sco ($M = -9^m,4$), S Dor ($M = -8^m,9$)], и карлики, в сотни тысяч раз более

слабые [например, Вольф 359 ($M = +16^m,5$) или слабый (18^m) спутник звезды BD $+4^{\circ}4048$ ($M = +19^m,2$)] *).

Абсолютные величины звезд в зависимости от их спектральных классов представлены на так называемой *диаграмме «спектр — светимость»* (диаграмма Герцшпрунга — Рессела) (рис. 77 и 78).

На ней сразу же выявились две основные ветви: *главная последовательность* и *ветвь гигантов*. Особенно заметно это деление для

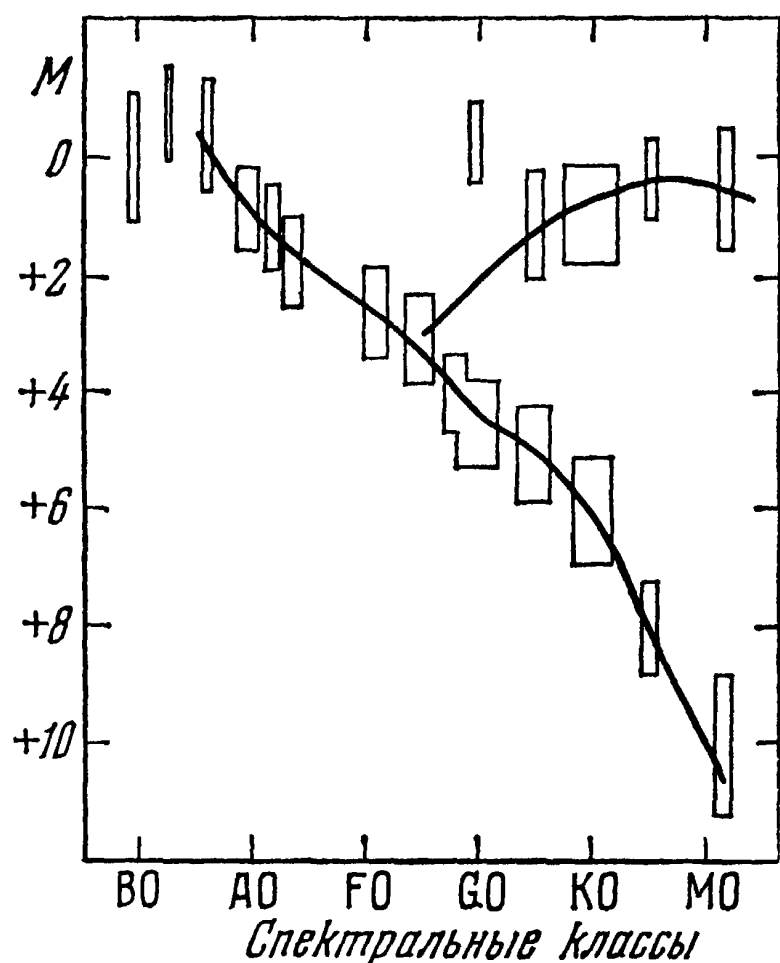


Рис. 77. Диаграмма спектр — светимость в ее первоначальном виде. Диаграмма была составлена по данным о звездах, для которых определен тригонометрический параллакс. Высота прямоугольника показывает возможные пределы по шкале абсолютных визуальных звездных величин, ширина пропорциональна числу звезд.

*) $L = L_{\odot} / 575\,000$.

спектральных классов К и М. Так как температура поверхности звезд одних и тех же спектральных классов для обеих ветвей одинакова, то различие в их светимостях объясняется различием размеров этих звезд.

Диаграмма (см. рис. 77) дает возможность найти абсолютную величину M по спектральному классу. Это особенно просто (хотя и не очень точно) для спектральных классов О — F. Определение же

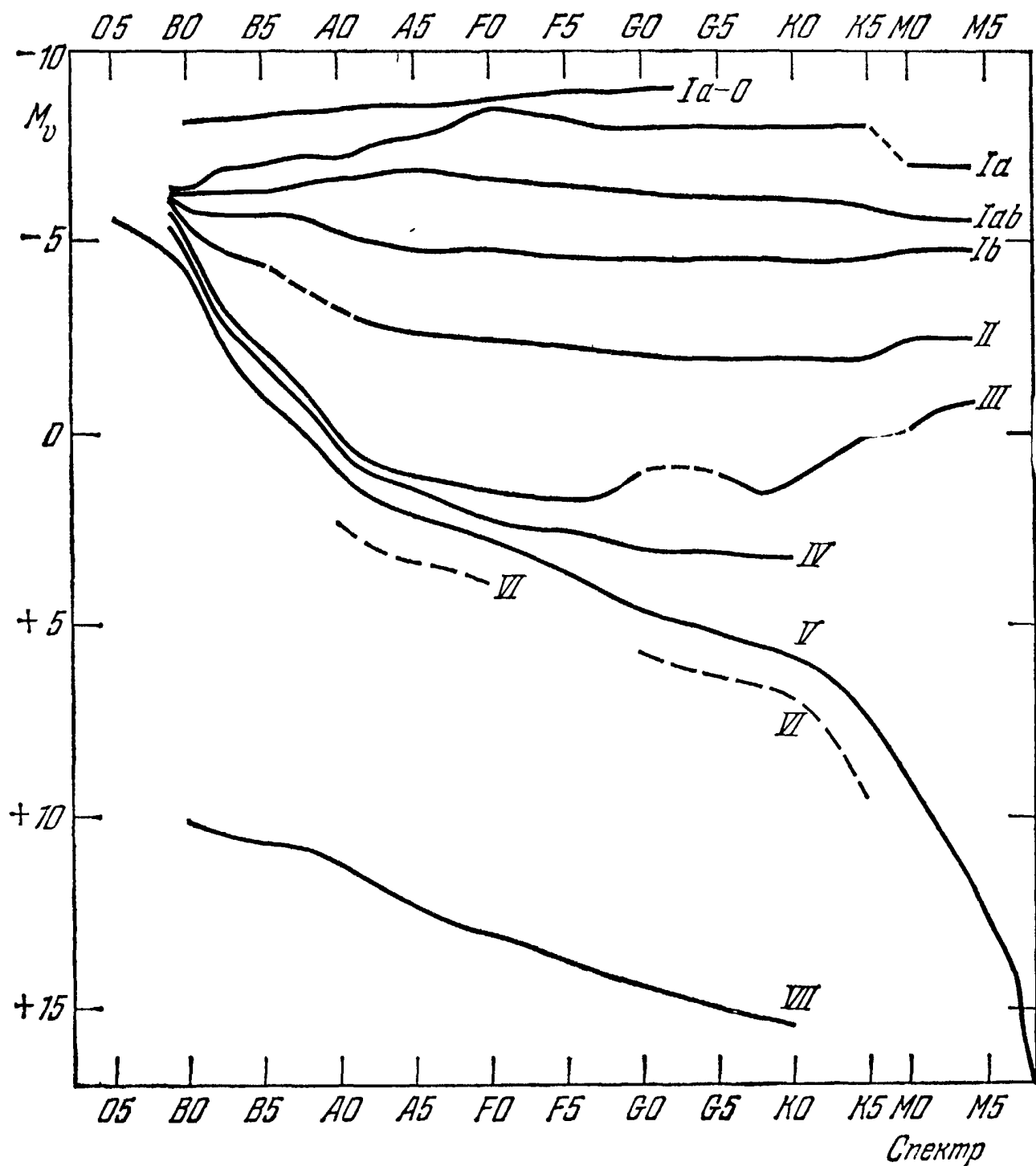


Рис. 78. Диаграмма Герцшпрунга — Рессела. Последовательности: Ia — O — самых ярких сверхгигантов, Ia — ярких сверхгигантов, Iab — средних сверхгигантов, Ib — слабых сверхгигантов, II — ярких гигантов, III — слабых гигантов, IV — субгигантов, V — главная последовательность, VI — субкарликов, VII — белых карликов.

абсолютной величины равносильно определению параллакса. Параллакс звезды, определенный по ее абсолютной звездной величине, найденной по виду спектра, называется *спектральным параллаксом*. Практически дело сводится к определению относительной интенсивности ряда специально выбранных спектральных линий, которые чувствительны к *светимости* звезды, т. е. относительные интенсивности которых связаны с абсолютной величиной звезды.

Для поздних классов пользование этой диаграммой осложняется необходимостью по виду спектра сделать выбор между гигантом и

карликом одного и того же спектрального класса. Однако и в этом случае оказалось, что определенные различия в интенсивности некоторых линий позволяют уверенно сделать этот выбор. Атмосфера гиганта имеет меньшую плотность, чем атмосфера звезды главной последовательности. Следовательно, ионизация элементов в атмосфере гиганта и интенсивность соответствующих линий будут больше.

За последние 40 лет определены спектральные параллаксы более 40 000 звезд. Этот метод не дает очень точных результатов для ранних спектральных классов О и В и, естественно, для слишком слабых звезд, для которых нельзя провести точную классификацию спектра и измерение относительной интенсивности линий.

В дальнейшем, по мере накопления данных наблюдений, на диаграмме «спектр — светимость» выявились еще несколько последовательностей (см. рис. 78). Каждая из них объединяет звезды, сходные по их физическим свойствам и внутреннему строению и, вероятно, имеющие одинаковый путь развития. Таковы, например, последовательности *сверхгигантов* (ярких и слабых), *субгигантов*, *главная последовательность*, к которой принадлежит большинство звезд, и другие. Данные рис. 78 и табл. 72 нельзя считать окончательными и в дальнейшем они, несомненно, будут уточняться.

Надо отметить, что в действительности звезды не ложатся строго на линии последовательности, но образуют в своей совокупности более или менее широкие полосы *). Отклонение от «средней линии» может определяться различиями в возрасте и в химическом составе звезд. Известно, что звезды, принадлежащие одному звездному скоплению (стр. 160), т. е. образовавшиеся одновременно (или почти одновременно) из одной и той же диффузной материи, располагаются на диаграмме «спектр — светимость» гораздо теснее, «в ниточку», параллельно средним линиям диаграммы рис. 78.

Распределение звезд по различным спектральным классам в окрестностях Солнца показано в табл. XI.

Т а б л и ц а X I

Относительная численность звезд различных спектральных классов в окрестностях Солнца

Спектр	Наблюдаемое распределение	В единице объема пространства
B0—B5	2,5%	0,03%
B6—A4	26,7	0,6
A5—F4	11,0	0,2
F5—G4	16,7	9,3
G5—K4	35,4	39,1
K5—M8	7,6	50,7

*) В связи с этим отметим, что открытую П. П. Паренаго последовательность *субкарликов* (VI), которая находится несколько ниже главной последовательности, многие теперь склонны рассматривать просто как нижнюю границу полосы, образующей главную последовательность.

В настоящее время для многих звезд оказывается возможным по виду спектра не только указать спектральный класс звезды, но и определить ее принадлежность к одной из тех последовательностей звезд, которые показаны на рис. 78. В этом случае к обозначению спектрального класса добавляется римская цифра, согласно обозначениям табл. 72; часто субкарлики обозначаются символом sd (от английского subdwarf) перед спектральным классом, а белые карлики (стр. 145) — wd (white dwarf *).

Относительное число звезд различной светимости выражается функцией светимости $\varphi(M)$. Эта функция дана в табл. XII и показана на рис. 79. После максимума, приходящегося на $M = +15^m$, вероятно, наступает плавное падение числа звезд.

Самая слабая из известных в настоящее время звезд — слабый спутник (18^m) звезды BD $+4^\circ 4048$, находящейся на расстоянии 19 световых лет (параллакс $0'',170$), имеет абсолютную звездную величину $M = +19^m,2$. Ее светимость в 575 000 раз меньше светимости Солнца. Рассматриваемая с расстояния в 1 а. е., эта звезда-карлик была бы немногим ярче полной Луны. Более слабые звезды нам пока не известны. Самыми яркими звездами являются сверхновые звезды (M от -14^m до -18^m в максимуме блеска **).

Рассмотрение табл. 48 и 49 приводит к выводу, что в Галактике преобладают звезды низкой светимости — звезды-карлики; гиганты и сверхгиганты чрезвычайно редки ***). Звезды с более низкой температурой, т. е. с еще бóльшим показателем цвета, чем звезды класса M, из-за их слабой светимости пока нам еще недоступны. Наличие в окрестностях Солнца (в сфере радиусом 5 пс) пяти-шести белых карликов

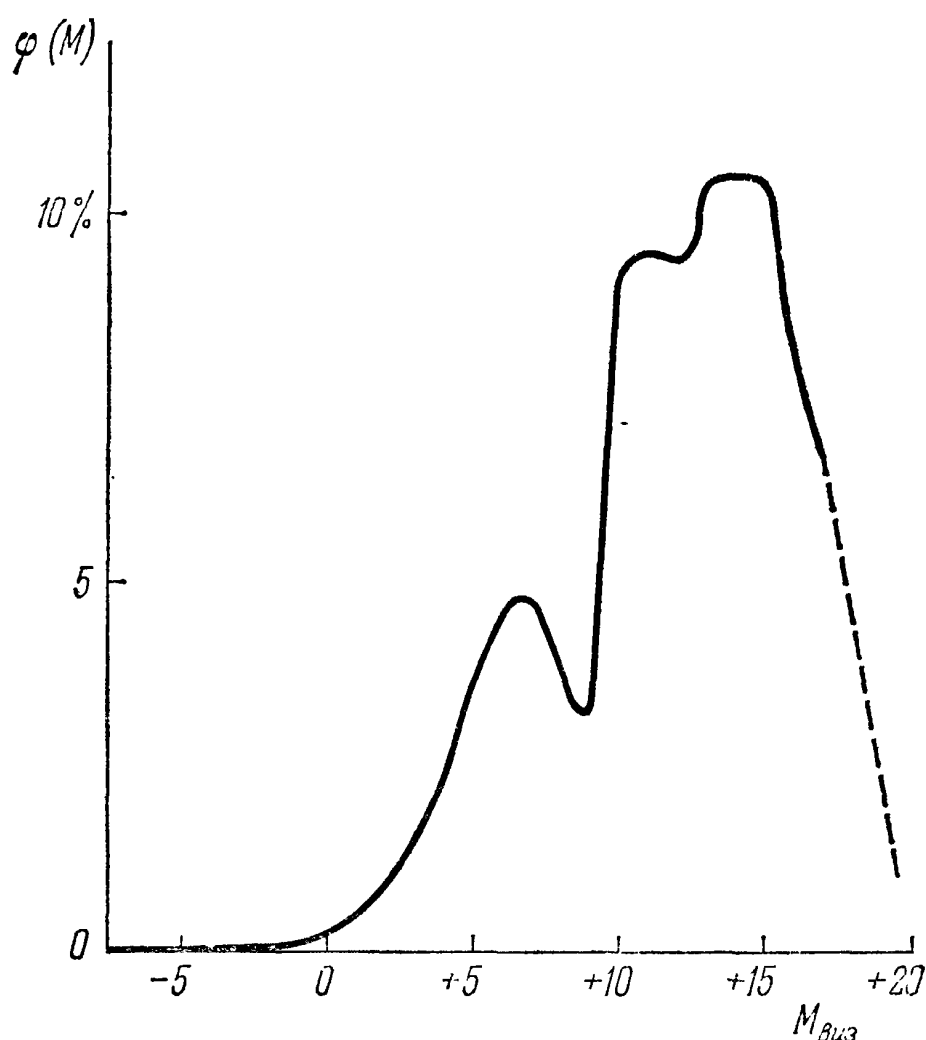


Рис. 79. Функция светимости (по подсчетам Г. А. Стариковой, 1959 г.), построенная по звездам ярче 6-й величины и звездам в окрестностях Солнца до расстояния 20 пс; охватывает интервал абсолютных звездных величин от $M = -7^m$ до $M = +17^m,5$. Вся совокупность звезд принята за 100%.

*) Любопытно отметить, что некоторые звезды по своей светимости и физическим свойствам (например, средней плотности) относятся к белым карликам, хотя имеют спектральный класс F или G. Их несколько странно называют желтыми белыми карликами (подобно тому как говорят о красных или синих чернилах).

**) См. стр. 155.

***) Приближенные соотношения таковы: на 10 млн. звезд главной последовательности приходится 10 000 субкарликов, 1000 гигантов, 1 сверхгигант и 1 млн. белых карликов (последняя цифра еще требует проверки).

Функция светимости, приведенная к галактической плоскости
(по данным Г. А. Стариковой)

$M_{\text{виз}}$	$\varphi (M)$ в %	$M_{\text{виз}}$	$\varphi (M)$ в %
—7 ^m	0,00002	+ 6 ^m	4,4557
—6	0,00005	+ 7	4,7560
—5	0,0001	+ 8	3,8008
—4	0,0005	+ 9	3,3886
—3	0,0017	+10	9,1363
—2	0,0091	+11	9,5241
—1	0,0680	+12	9,4754
0	0,1727	+13	10,5347
+1	0,4311	+14	10,5542
+2	0,8533	+15	10,5461
+3	1,4047	+16	8,2822
+4	2,1945	+17	6,7780
+5	3,6394		

заставляет предполагать, что всего их в Галактике несколько миллиардов. Субкарлики особенно многочисленны в шаровых скоплениях (стр. 164) и в центральных областях Галактики. Их общее число также, вероятно, весьма велико.

Диаметры звезд. В силу чрезвычайной удаленности звезд, с помощью особых приборов — монтированного на большом телескопе *интерферометра* Майкельсона (1921) и в последние годы — *интерферометра Брауна*, состоящего из двух мозаичных зеркал диаметром 6,6 м, движущихся независимо друг от друга по кольцевым (диаметром около 180 м) рельсам, — пока измерены угловые диаметры всего 22 звезд (табл. XIII) *). Для нескольких десятков затменных двойных (см. стр. 141) можно вычислить угловые диаметры компонентов, если измерены их параллаксы и имеются данные о лучевых скоростях. Еще для нескольких десятков цефеид вычислены размеры на основе пульсационной теории, зависимости «период — светимость» (стр. 151) и надежных кривых лучевой скорости. Линейный радиус звезды R (в единицах радиуса Солнца) связан с ее угловым диаметром d'' соотношением

$$R = \frac{d''}{\pi} \cdot 107,5, \quad (11)$$

где π — годичный параллакс звезды. Однако, так как между температурой поверхности, размерами и светимостью звезд существует определенная связь, выражаемая формулой $L = 4\pi R^2 \sigma T_{\text{eff}}^4$ эрг/сек (стр. 268),

*) Самый большой угловой диаметр, измеренный интерферометром (o Cet), соответствует видимым размерам горошины (диаметром 8 мм), рассматриваемой простым глазом с расстояния 33 км, а самый малый — горошине на расстоянии 2150 км или большой автомобильной шине, лежащей на поверхности Луны.

Угловые диаметры звезд, измеренные интерферометрами

Звезда	Спектр	Диаметр в 0",001	Звезда	Спектр	Диаметр в 0" 001
o Cet	M6e III	47	α Aql	A7 IV—V	$2,97 \pm 0,15$
α Ori	M2 Iab	40	β Ori	B8 Ia	$2,69 \pm 0,15$
α Sco	M1-2 Iab—Ib	40	α PsA	A3 V	$2,09 \pm 0,14$
α Her	M5 Ib—II	30	α Eri	B5 IV	$1,93 \pm 0,08$
α Boo	K2 IIIp	22	α Leo	B7 V	$1,38 \pm 0,07$
β Peg	M2 II—III	21	α Gru	B5 V	$1,02 \pm 0,07$
α Tau	K5 III	20	ϵ CMa	B2 II	$0,81 \pm 0,05$
α Car	F7 Ib—II	$6,86 \pm 0,41$	α Pav	B3 IV	$0,80 \pm 0,06$
α CMa	A1 V	$6,12 \pm 0,10$	γ Ori	B2 III	$0,76 \pm 0,05$
α CMi	F5 IV—V	$5,71 \pm 0,39$	β Cru	B0,5 IV	$0,73 \pm 0,03$
α Lyr	A0 V	$3,47 \pm 0,16$	ϵ Ori	B0 Ia	$0,72 \pm 0,05$

то можно определить радиус звезды R , зная ее абсолютную болометрическую величину M_{bol} и T_{eff} :

$$\lg R = 0,2 M_{bol} - 2 \lg T_{eff} + 8,46. \tag{11'}$$

В фотометрической системе UBV (стр. 117) получим

$$\lg R = 0,72 (B - V) - 0,2 M_V + 0,51.$$

Зная болометрическую светимость звезды L_{bol} и ее температуру T , можно определить диаметр звезды D по формуле

$$D = 2 \sqrt{L_{bol}} \left(\frac{6000}{T} \right)^2,$$

где D выражено в диаметрах Солнца.

Исследования затменных двойных звезд (стр. 141), являющихся одновременно спектрально-двойными (стр. 140), дают возможность определять размеры звезд-компонентов этих двойных.

Диаметр Солнца в 109 раз больше диаметра Земли; диаметр Бетельгейзе (α Ori) в 850 раз, а диаметр α Her в 680 раз больше солнечного (рис. 80). Диаметры компонентов затменной переменной S Dor примерно в 1400 и 1260 раз больше диаметра Солнца, диаметры двух одинаковых компонентов затменно-двойной VV Ser в 1200 раз больше солнечного. С другой стороны, один из наименьших белых карликов,

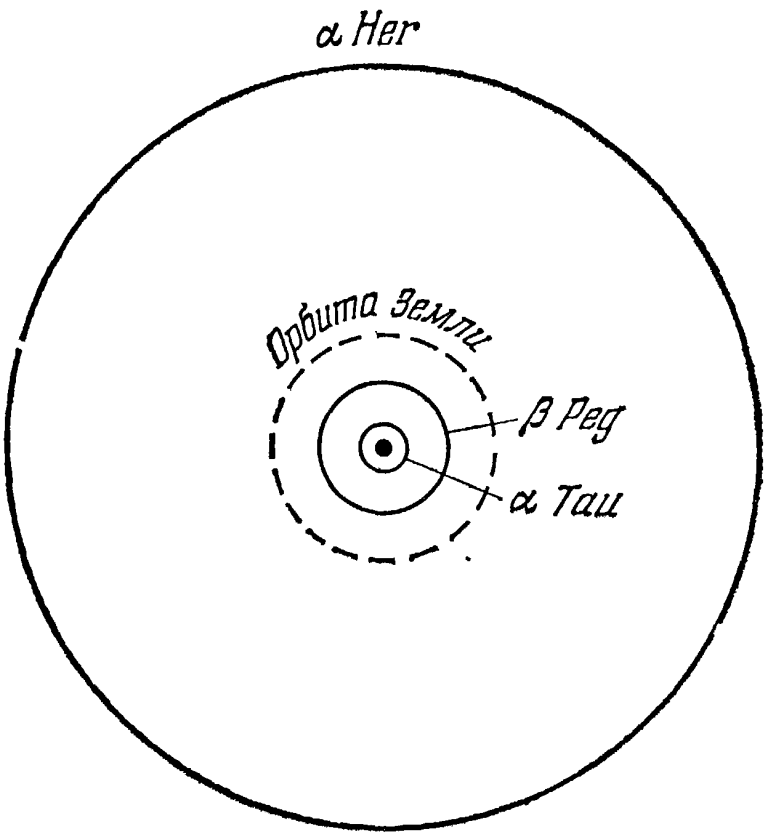


Рис. 80. Некоторые звезды больше Солнца. Солнце — черный кружок.

звезда Вольф 475, имеет диаметр $1/300$ солнечного и, следовательно, почти втрое меньше земного (рис. 81).

Наименьшая из известных звезд открыта Лейтенем в созвездии Кита, (обозначение LP 768-500): звездная величина $18^m,2$, светимость этой голубой звезды равна $1/100000$ солнечной (т. е. в 160 раз меньше обычного белого карлика). Диаметр $\sim 0,1$ диаметра Земли (т. е. всего вдвое больше астероида Цереры). Таким образом, самая большая звезда по диаметру больше самой маленькой приблизительно в миллион раз.

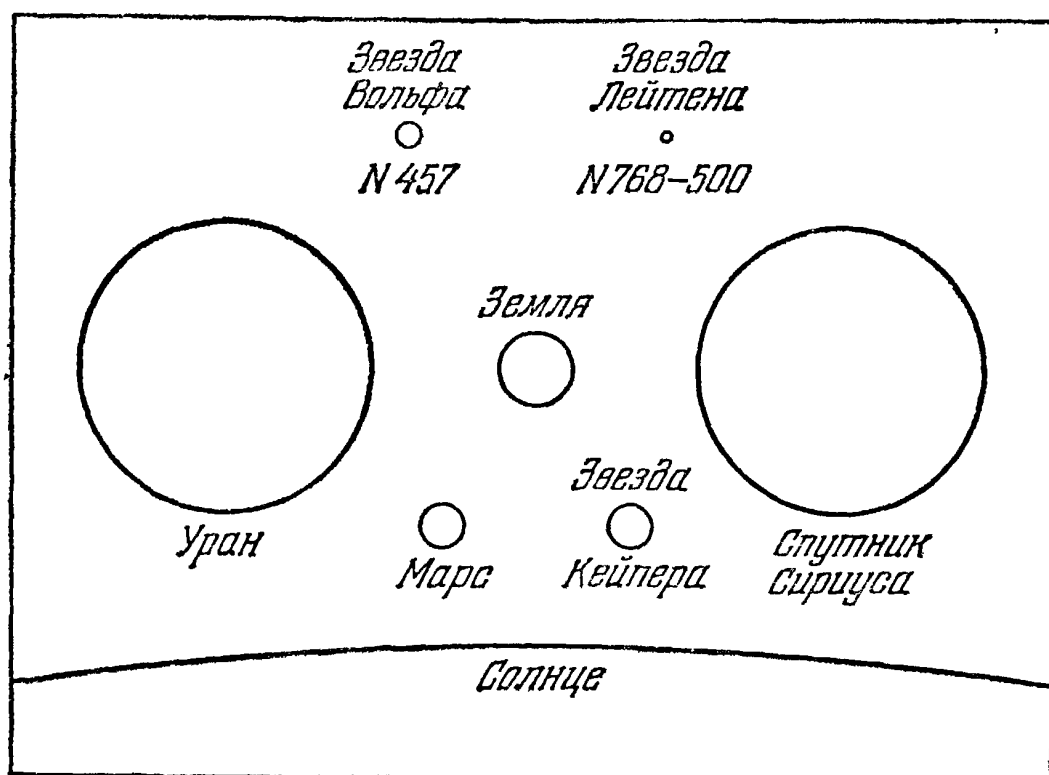


Рис. 81 Наименьшие из известных звезд в сравнении с планетами.

Данные табл. 49, в которой собраны основные сведения о ближайших звездах, подтверждают вывод о преобладании во Вселенной звезд-карликов. Из 31 известной ныне ближайшей звезды только две по абсолютной величине ярче Солнца.

Движения звезд. В природе нигде нет абсолютного покоя, все находится в движении; звезды, которые с древних времен назывались «неподвижными», также движутся. Движения звезд обнаружил в 1718 г. Э. Галлей, сравнив современные ему положения некоторых ярких звезд с их координатами в каталоге Птолемея. *Собственное движение* звезды (μ) есть выраженная в секундах дуги в год проекция ее полной пространственной скорости на плоскость, касательную к небесной сфере.

Полная характеристика собственного движения включает указание его величины μ и направления, определяемого позиционным углом θ (стр. 293). Из наблюдений обычно определяют экваториальные компоненты собственного движения $\mu_\alpha'' = \mu \sin \theta$ (в секундах дуги в год) или $\mu_\alpha^s = \mu \frac{\sin \theta}{15 \cos \delta}$ (в секундах времени в год) и $\mu_\delta'' = \mu \cos \theta$ (в секундах дуги в год), откуда $\mu = \sqrt{\mu_\alpha''^2 + \mu_\delta''^2}$. При различии эпох в 40—60 лет точность фотографических определений μ по каждой координате $\pm 0'',01$ (в немногих случаях точнее). Собственные движения

звезд незаметны глазу; привычный вид созвездий изменится только по прошествии десятков тысяч лет (рис. 82). Наибольшее собственное движение ($10'',30$) имеет так называемая «летающая звезда» Барнарда. В течение 180 лет она перемещается на расстояние, равное среднему угловому диаметру Луны *). Через 10000 лет она будет вдвое ближе к нам.

До настоящего времени известно около 330 звезд с собственным движением больше $1''$ в год. Среднее μ звезд до 6^m приблизительно равно $0'',1$. Рис. 83 дает представление о величине μ нескольких быстрых звезд за сто лет по сравнению со средними угловыми размерами

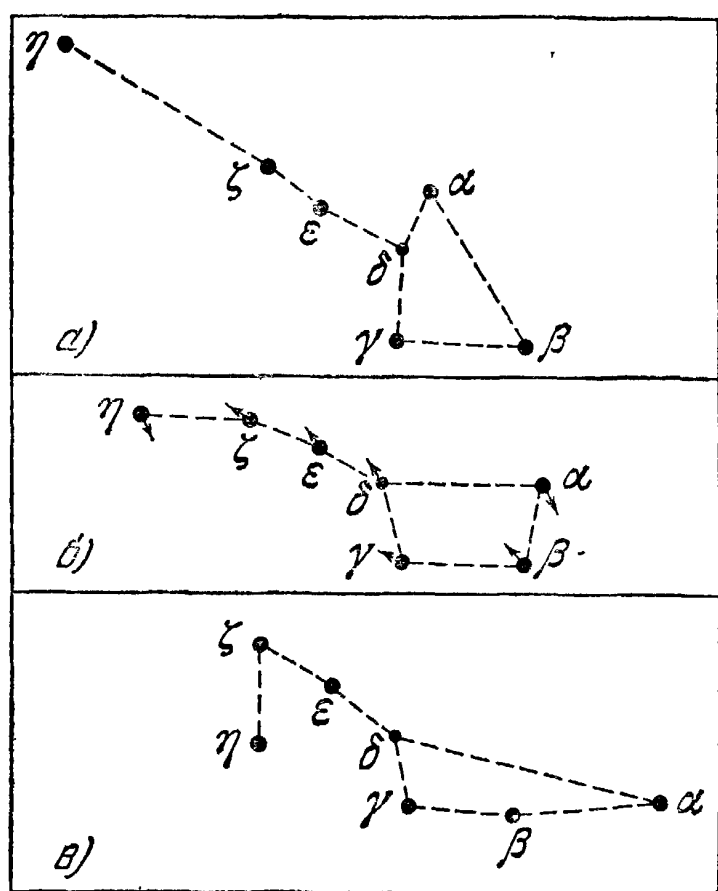


Рис. 82. Собственные движения ярких звезд созвездия Большой Медведицы за 400 000 лет: а) созвездие за 200 000 лет до наших дней, б) в наши дни, в) через 200 000 лет.

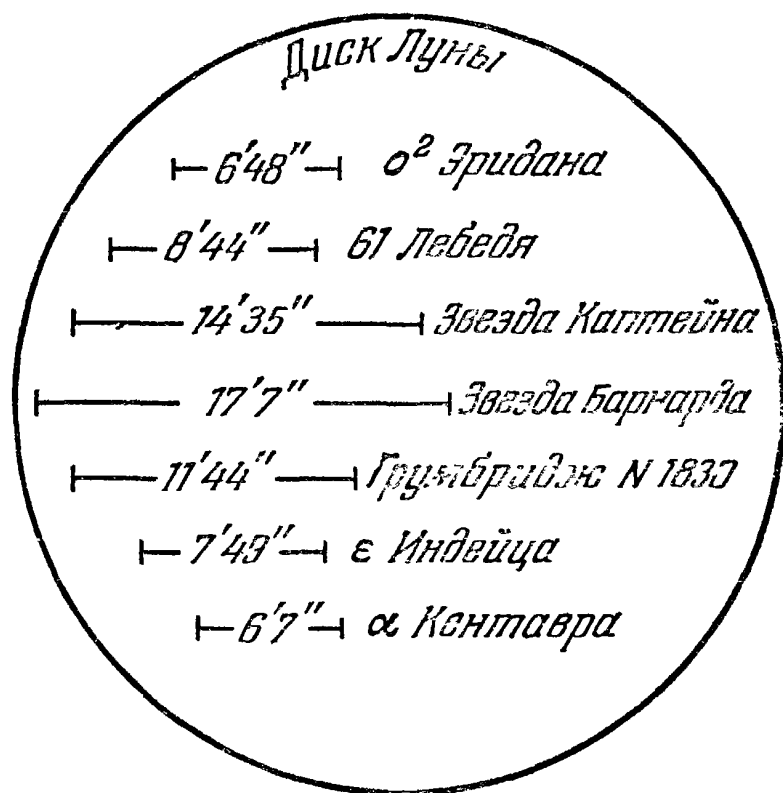


Рис. 83. Собственные движения нескольких «быстролетающих» звезд. Показано движение за 100 лет на фоне диска Луны

Луны. Собственные движения определены более чем у 300 000 звезд. Изучение собственных движений, а также *лучевых скоростей* (V_r) звезд (стр. 268) позволило определить направление и скорость движения Солнца в пространстве**), подметить ряд особенностей в движениях звезд и обнаружить вращение Галактики. Определены V_r для более чем 20 000 звезд. Ошибки определения V_r составляют несколько км/сек для звезд ранних спектральных классов и уменьшаются до $\pm 0,05$ км/сек для поздних. В отдельных случаях точность доходит до нескольких м/сек. Около 60% измеренных V_r звезд заключены в пределах ± 20 км/сек, и только $\sim 4\%$ имеют значения, превышающие 60 км/сек.

*) Точность современных определений звездных положений столь велика, что такое движение можно заметить при сравнении двух фотографий, разделенных промежутком времени всего в 1—2 дня.

**) Солнце движется относительно окружающих его звезд со скоростью 19,5 км/сек в направлении, которое определяется координатами: $\alpha = 270^\circ$, $\delta = +30^\circ$. Эта точка называется *апексом* движения Солнца.

Почти два десятка звезд имеют $V_r > 250$ км/сек. Их пространственные скорости больше параболической и они, вероятно, покидают Галактику. Наибольшие из измеренных V_r принадлежат звезде BD — 29° 2277 (+536 км/сек) и VX Her (—405 км/сек). Об измерении громадных положительных V_r галактик и квазаров см. стр. 191. Тангенциальная скорость V_t есть собственное движение, выраженное, как и лучевая скорость, в километрах в секунду. Ее можно получить,

зная расстояние до звезды D (а следовательно, и параллакс π'') и собственное движение μ (рис. 84) по следующей формуле:

$$V_t = \frac{\mu}{\pi''} \frac{\text{а. е.}}{\text{год}},$$

или

$$V_t = 4,74 \frac{\mu}{\pi''} \frac{\text{км}}{\text{сек}}, \quad (12)$$

где коэффициент 4,74 равен отношению числа километров в астрономической единице (149 600 000) к числу секунд

Рис 84. Компоненты пространственной скорости звезды.

в году (31 556 926). Сумма квадратов этих скоростей дает квадрат полной пространственной скорости (V) относительно Солнца, т. е.

$$V = \sqrt{V_r^2 + V_t^2}. \quad (13)$$

По сравнению с расстояниями между звездами пространственные скорости звезд ничтожно малы. Уподобив две звезды двум вишням, мы получим представления об их скоростях, если одну из них поместим в Москве, другую в Туле, и заставим их сближаться со скоростью 1 м в год.

Двойные и кратные звезды. До XVIII в. считалось, что двойственность есть следствие случайного расположения звезд, при котором они хотя и видны одна возле другой, но в пространстве находятся далеко друг от друга, т. е. являются *оптическими двойными*. Однако уже сто семьдесят лет назад В. Гершель открыл, что многие двойные звезды представляют собой физически связанные пары — *физические двойные*. Две звезды находятся в пространстве близко одна к другой и обращаются вокруг *общего центра масс*, подчиняясь закону всемирного тяготения. Для некоторых двойных в течение нескольких десятилетий можно проследить видимое движение спутника относительно главной звезды (рис. 85), вычислить элементы его истинной орбиты (стр. 258) и иметь возможность определять положение спутника на его орбите для любого момента времени (т. е. вычислять его эфемериду).

В таблицу 55 включены те двойные звезды, которые могут служить для испытания разрешающей способности трубы. В таблице 56 отме-

чены двойные звезды с резким различием цветов (о цветах двойных звезд см. стр. 120).

Все двойные звезды, доступные непосредственному разделению на компоненты, хотя бы с помощью больших телескопов (т. е. с угловым расстоянием на небе больше чем $0'',10$ — $0'',15$ при не слишком большом различии в блеске компонентов), объединены общим названием *визуально-двойных* *) звезд. В специальные каталоги занесено уже более 60 000 двойных звезд.

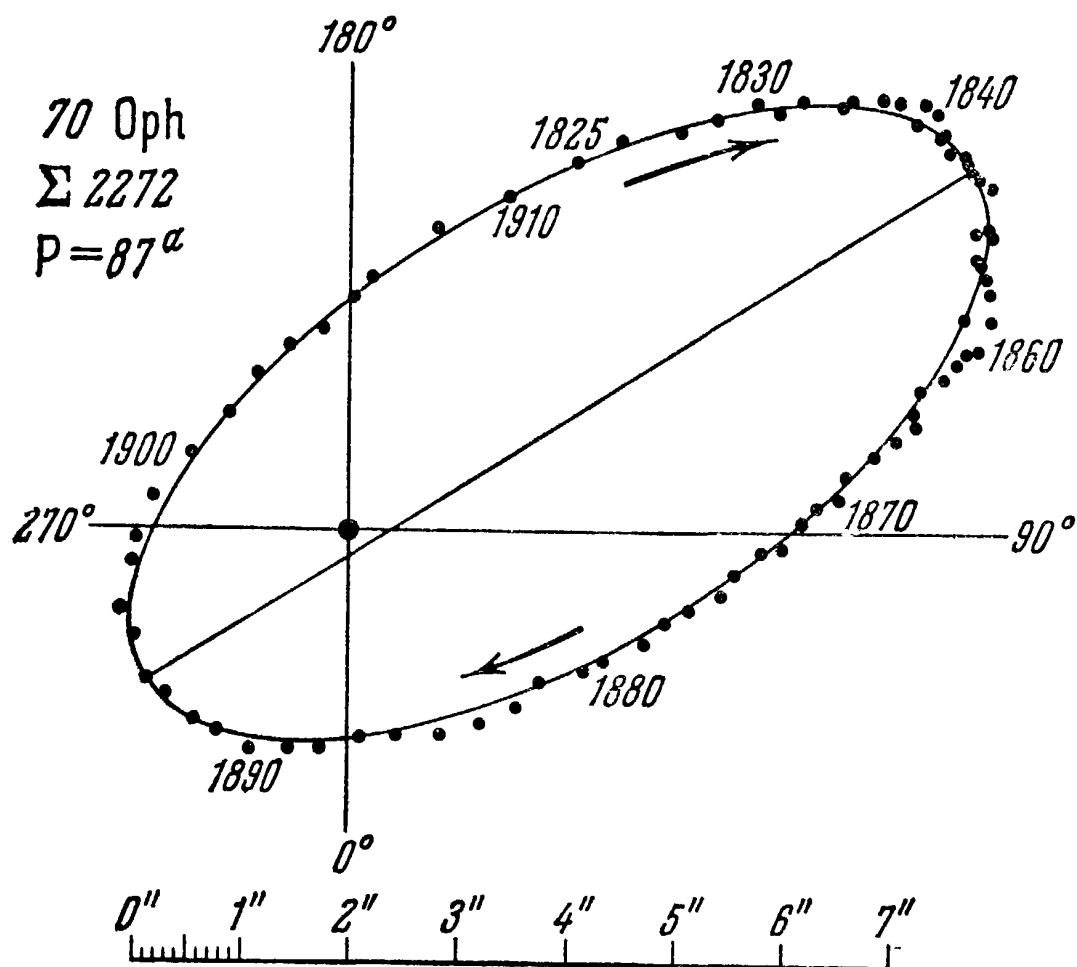


Рис. 85. Орбита (видимая) визуально-двойной звезды 70 Oph по наблюдениям с 1825 по 1910 г

Около 2000 физических пар обнаружили орбитальные движения с периодами обращения от нескольких лет до нескольких тысяч лет.

Самой короткопериодической из известных визуально-двойных является звезда ϵ Ceti (2,62 года). Надежными можно считать те из 500 вычисленных орбит, для которых периоды меньше 400—500 лет. Трудно указать самый большой период обращения для известных в настоящее время двойных звезд **). Для звезд с очень медленным орбитальным движением периоды обращения оцениваются в несколько сотен тысяч лет.

Иногда компонентами физических двойных оказываются звезды, довольно далеко расположенные друг от друга, но имеющие близкие собственные движения, параллаксы и лучевые скорости. Это так

*) Они обозначаются порядковыми номерами специальных каталогов двойных звезд, например, $\Sigma 201$ —двойная звезда, занесенная под номером 201 в каталог В. Я. Струве, $\text{O}\Sigma 141$ —№ 141 в каталоге О. В. Струве, $\beta 575$ —№ 575 в каталоге Бернгэма, A 2102—№ 2102 в каталоге Эйкина и т. д., либо номерами общих (сводных) каталогов двойных звезд: Бернгэма (например, BDS 1351) или Эйкина (например, ADS 13881).

**) Может быть, это σ^2 UMa ($\Sigma 2$) с периодом около 11 000 лет.

называемые *широкие пары*. В пространстве их компоненты отстоят на тысячи и десятки тысяч астрономических единиц. Их периоды обращения должны достигать миллионов лет. Такова, например, звезда Проксима Кентавра, которая движется в пространстве вместе с яркой двойной звездой α Кентавра. На небе их разделяет угловое расстояние в 2° , что соответствует линейному расстоянию не меньше 10 000 а. е.

Особый класс представляют собой *спектрально-двойные* звезды. Их нельзя увидеть раздельно с помощью современных оптических средств; двойственность их обнаруживается по периодическим изменениям в их спектре — периодическим смещениям или раздвоениям

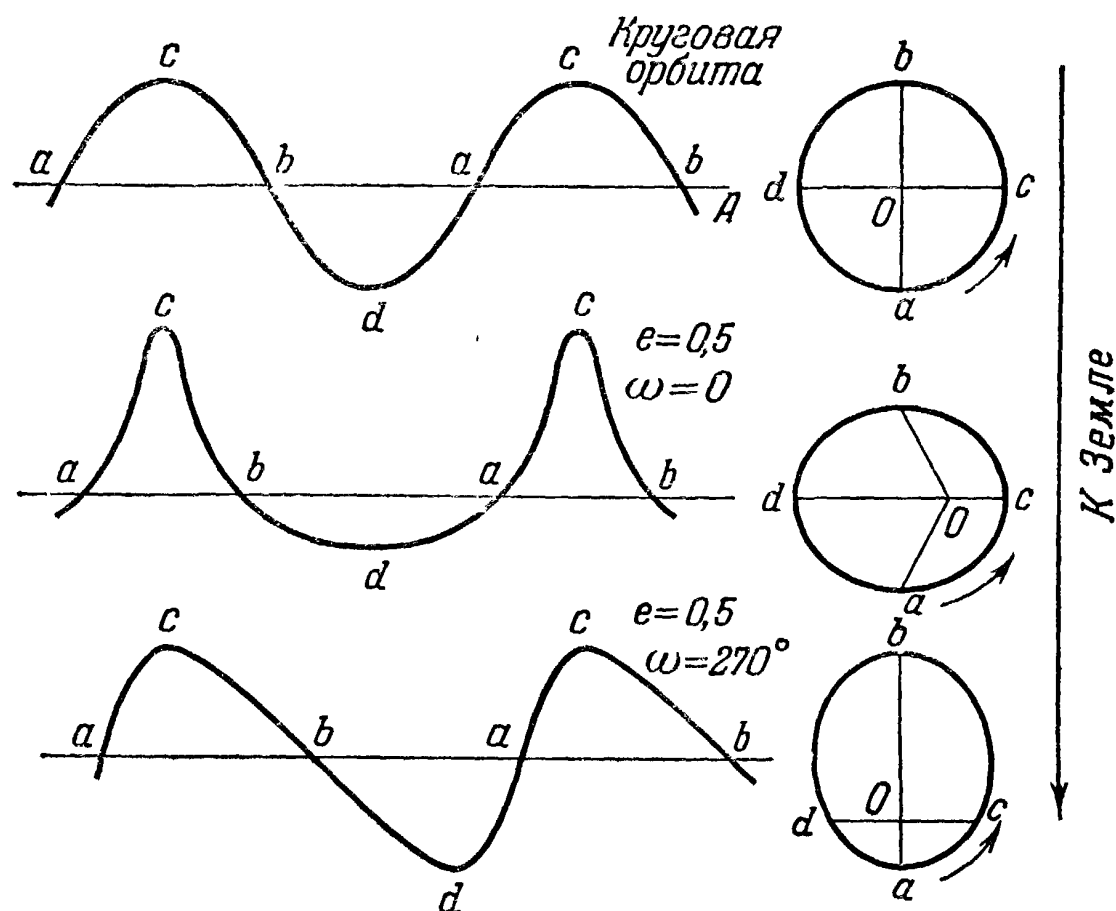


Рис. 86. Кривые лучевых скоростей при различных эксцентриситетах и различном расположении орбит спектрально-двойных звезд.

спектральных линий. Если оба компонента двойной звезды имеют одинаковый блеск и особенно если они принадлежат к одному спектральному классу,— периодическое раздвоение линий и их слияние проявляются особенно ясно. Если же видны линии спектра только одного компонента, то они периодически колеблются около некоторого среднего положения. Принцип Доплера (стр. 268) дает этому исчерпывающее объяснение: смещение и раздвоение линий происходит вследствие орбитального движения компонентов вокруг общего центра масс, причем плоскость орбиты составляет не очень большой угол с лучом зрения.

Измерение смещения линий в спектре дает возможность определить лучевые скорости и узнать, как они меняются с течением времени. Так как эти изменения совершаются периодически, можно построить *кривую лучевых скоростей*. Ее анализ дает возможность определить орбитальные элементы: период P , момент прохождения через периастр T , долготу периастра ω , эксцентриситет орбиты e . Наклонение i и

большую полуось a нельзя получить отдельно — из спектральных наблюдений можно определить лишь произведение $a \sin i$. Некоторое представление о характере кривой лучевых скоростей в зависимости от формы и расположения орбиты может дать рис. 86. Из 2500 известных спектрально-двойных звезд для 750 вычислены орбиты.

Первой спектрально-двойной звездой, открытой в 1889 г., был Мицар (ζ UMa). До сих пор открыты спектрально-двойные с периодами от $0^d,1084$ (γ UMi) до 60 лет (визуально-двойная звезда ξ UMa, орбита которой определена с учетом спектральных наблюдений).

Наконец, в том особом случае, когда плоскость орбит двойной звезды проходит близко к лучу зрения наблюдателя, одна звезда может на время заслонить другую и тогда происходит затмение. Такие звезды называются *затменными двойными звездами*. Их периоды также очень разнообразны: от $0^d,0567 = 81^m38^s$ (WZ Sge) *) до 57 лет (BM Eri **). Открыто уже более 4080 затменно-двойных. Из них 2669 типа Алголя (EA), 488 — типа β Lyr (E β), 374 — типа W UMa (EW), 9 — эллиптические (Ell), у которых затмение не происходит, а блеск меняется от изменения величины поверхности звезд, обращенной к наблюдателю; еще 542 затменные недостаточно изучены.

Степень и относительная (в долях периодов) продолжительность ослаблений блеска зависят от размеров звезд, их взаимных расстояний, различия в блеске и цвете и от угла наклона орбиты. Детально разработана теория анализа кривых изменений блеска затменных звезд, в итоге которого получают элементы орбиты и отношение размеров звезд, даже в том случае, если нет параллельных спектральных наблюдений. Если же затменная переменная исследована и как спектрально-двойная, то можно получить размеры и массы звезд, а также величину орбиты в километрах, и сравнить звезды с нашим Солнцем. На рис. 87 показаны кривая блеска затменной и схематическое изображение двойной системы.

Некоторые затменно-двойные обнаруживают наличие мощных газовых потоков и расширяющихся и вращающихся газовых колец, окружающих одну или обе составляющие двойной. Изучение изменений

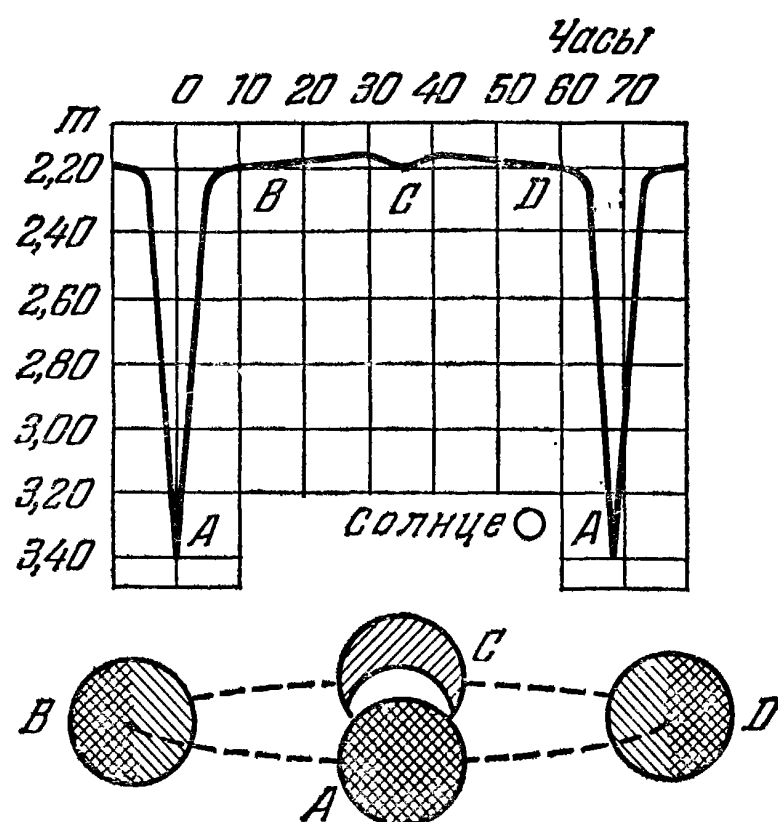


Рис. 87. Кривая блеска Алголя и изображение системы этой двойной звезды. Масштабом являются размеры Солнца.

*) Пока это кратчайший из известных орбитальных периодов во Вселенной (даже периоды обращения ИСЗ больше!).

**) V 644 Cep, возможно, окажется затменной звездой с наибольшим известным периодом, так как у нее затмение продолжалось 17 лет. Можно думать, что ее период не меньше 65^a , а вероятнее всего, около 200 лет.

в спектре некоторых затменных двойных дает возможность исследовать строение и состав атмосфер звезд-гигантов. У ряда затменных происходят непериодические изменения периодов, что объясняется особенностями обмена материей и обмена моментами количества движения между компонентами двойной.

Невидимые спутники звезд были обнаружены в последние годы по тому действию, которое каждый такой спутник оказывает на звезду, составляющую с ним одну физическую систему. Эти спутники очень малы (и, следовательно, очень слабы) и слишком близки к своим главным звездам, чтобы можно было их увидеть. Их присутствие сказывается на положении на небе главной звезды, которая периодически смещается. Эти смещения очень малы, но вполне измеримы. Массы спутников оказываются очень малыми — от 0,002 до 0,2 солнечной массы. Возможно, что при такой малой массе эти спутники не являются самосветящимися звездами и больше похожи на планеты. Невидимые спутники обнаружены у десятка звезд.

Пулковский астроном А. Н. Дейч подробно исследовал движение невидимого спутника визуально-двойной звезды 61 Лебедя. Спутник движется вокруг компонента А по эллиптической орбите ($e=0,53$) с большой полуосью, равной 3 а. е. и с периодом обращения 4,9 года. Масса спутника составляет 0,010 массы Солнца. «Летающая звезда» Барнарда (иначе Проксима [«ближайшая»] Змееносца) имеет, вероятно, два невидимых спутника (открытых и изученных П. ван де Кампом, США). Периоды их обращений 12 и 26 лет, радиусы орбит 2,8 и 4,7 а. е., массы соответственно 0,8 и 1,1 массы Юпитера.

Возможно, что в некоторых других случаях мы также имеем дело не с одним темным спутником, а с планетной системой. Б. В. Кукаркин обратил внимание на то, что если бы с расстояния ближайшей звезды велись точные измерения положения Солнца, то могли бы быть обнаружены колебания с амплитудой $0'',02$ и с периодом $P=59^a$. Этот период соответствует соизмеримости периодов обращения Юпитера и Сатурна. По этим наблюдениям можно было бы заподозрить наличие у Солнца спутника, движущегося по эллиптической орбите с периодом в 59^a и массой в несколько тысячных долей массы Солнца.

Невидимые спутники малой массы обнаружены пока лишь у звезд главной последовательности. Возможно, что это обстоятельство имеет большое значение для выяснения вопроса о происхождении планетных систем. Так как невидимые спутники обнаружены лишь среди близких к Солнцу звезд, возможно, что темные спутники (и может быть, планетные системы) не так уж редки во Вселенной.

Прогресс в решении захватывающей проблемы «Связь с внеземными цивилизациями» во многом зависит от успехов в изучении невидимых спутников планетной природы, от оценки их реального числа и от наличия на них условий, необходимых для возникновения и развития жизни, а затем и цивилизации.

Из числа двойных звезд около $1/3$ является тройными звездами. Встречаются также четверные и даже шестерные звезды, причем большинство из них является физическими системами. В кратные системы

могут входить звезды различных спектральных классов и различной светимости, а также двойные системы разных типов *). Многократные звезды часто являются ядрами рассеянных звездных скоплений (стр. 162 **). Если учесть все типы двойных звезд, в том числе и невидимых спутников звезд и широкие пары, то окажется, что более половины всех звезд (по крайней мере в окрестностях Солнца) являются двойными или кратными ***). Этот факт представляет значительный интерес для звездной космогонии (см. стр. 194).

Массы звезд. Применение третьего закона Кеплера в его точной форме (стр. 256) к движению спутника визуально-двойной звезды позволяет определить сумму масс обеих звезд:

$$\frac{(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2) P^2}{(\mathfrak{M}_\odot + \mathfrak{M}_\oplus) T^2} = \frac{A^3}{a^3}, \quad (14)$$

где P — период обращения спутника вокруг главной звезды, A — большая полуось его орбиты, T — звездный год и a — большая полуось земной орбиты. Если теперь пренебречь малой по сравнению с массой Солнца массой Земли $\mathfrak{M}_\oplus$, период двойной звезды выразить в годах, A — в астрономических единицах, а массы звезд — в единицах солнечной массы, то можно написать

$$\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 = \frac{A^3}{P^2}. \quad (15)$$

Анализ наблюдений двойной звезды дает нам большую полуось орбиты a'' в угловой мере (в секундах дуги). Чтобы перевести ее в астрономические единицы, надо знать параллакс звезды π'' . Тогда

$$A = \frac{a''}{\pi''}.$$

Окончательно,

$$\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 = \frac{(a'')^3}{(\pi'')^3 P^2}. \quad (16)$$

Если из наблюдений можно вывести орбиту каждого из компонентов двойной по отношению к их общему центру масс, то в каждый данный момент расстояния звезд от этого центра обратно пропорциональны их массам:

$$\frac{r_1''}{r_2''} = \frac{\mathfrak{M}_2}{\mathfrak{M}_1}. \quad (17)$$

*) Так, например, Мицар и Алькор представляют собой шестикратную звезду: Мицар — двойная с расстоянием $14''$ (Мицар А — спектрально-двойная с $P=21^d$, Мицар В — спектрально-двойная с $P=182^d,33$) обладает третьим компонентом, обращающимся вокруг этой пары с $P=1350^d$. Мицар и Алькор, несмотря на большое угловое расстояние между ними ($12'$), имеют общее собственное движение μ и, следовательно, составляют одну систему.

**) О кратных типа Трапедии Ориона см. стр. 165.

***) Из 43 звезд на расстоянии до 5 пс половина входит в состав 10 двойных или кратных систем.

Отсюда и из предыдущего выражения можно получить массу каждого компонента в отдельности.

Самые надежные данные о массах звезд получаются при изучении визуально-двойных, спектрально-двойных и затменных звезд. Определение масс одиночных звезд основано на применении к ним той статистической зависимости между массами звезд и их светимостями, которая вытекает из сопоставления этих характеристик для большого числа двойных звезд и оправдывается современной теорией внутреннего строения звезд: светимость звезды приблизительно пропорциональна кубу ее массы. Эта зависимость может быть выражена формулой

$$L = M^{3,1}, \quad (18)$$

или, иначе,

$$\lg M = 0,533 - 0,1117 M_{\text{bol}}, \quad (18')$$

либо

$$M_{\text{bol}} = 4^m,79 - 7^m,8 \lg M, \quad (18'')$$

где M_{bol} — болометрическая абсолютная величина звезды. Она получается из видимой величины по формуле (7), если предположить, что не существует поглощения света в земной атмосфере и что глаз одинаково чувствителен ко всему излучению звезды, а не только к сравнительно узкой части видимого спектра. Таким образом, болометрическая светимость L_{bol} характеризует полное излучение звезды. Для приведения видимых звездных величин m_{vis} к болометрическим m_{bol} им придается болометрическая поправка Δm_b , величина которой зависит от температуры T на поверхности звезды:

$$\Delta m_b = m_{\text{bol}} - m_{\text{vis}} = + \frac{29500}{T} + 10 \lg T - 42,16.$$

Определенное влияние на величину Δm_b оказывает плотность звездной атмосферы, что вызывает необходимость учета некоторых добавочных членов в правой части приведенной формулы для различных звездных последовательностей на диаграмме спектр — светимость.

Болометрическая поправка в зависимости от спектрального класса дана в табл. 73. В формуле (18'') $M_{\odot \text{bol}}$ принято равным $+4^m,79$. Рис. 88 дает представление о том, с какой степенью уверенности

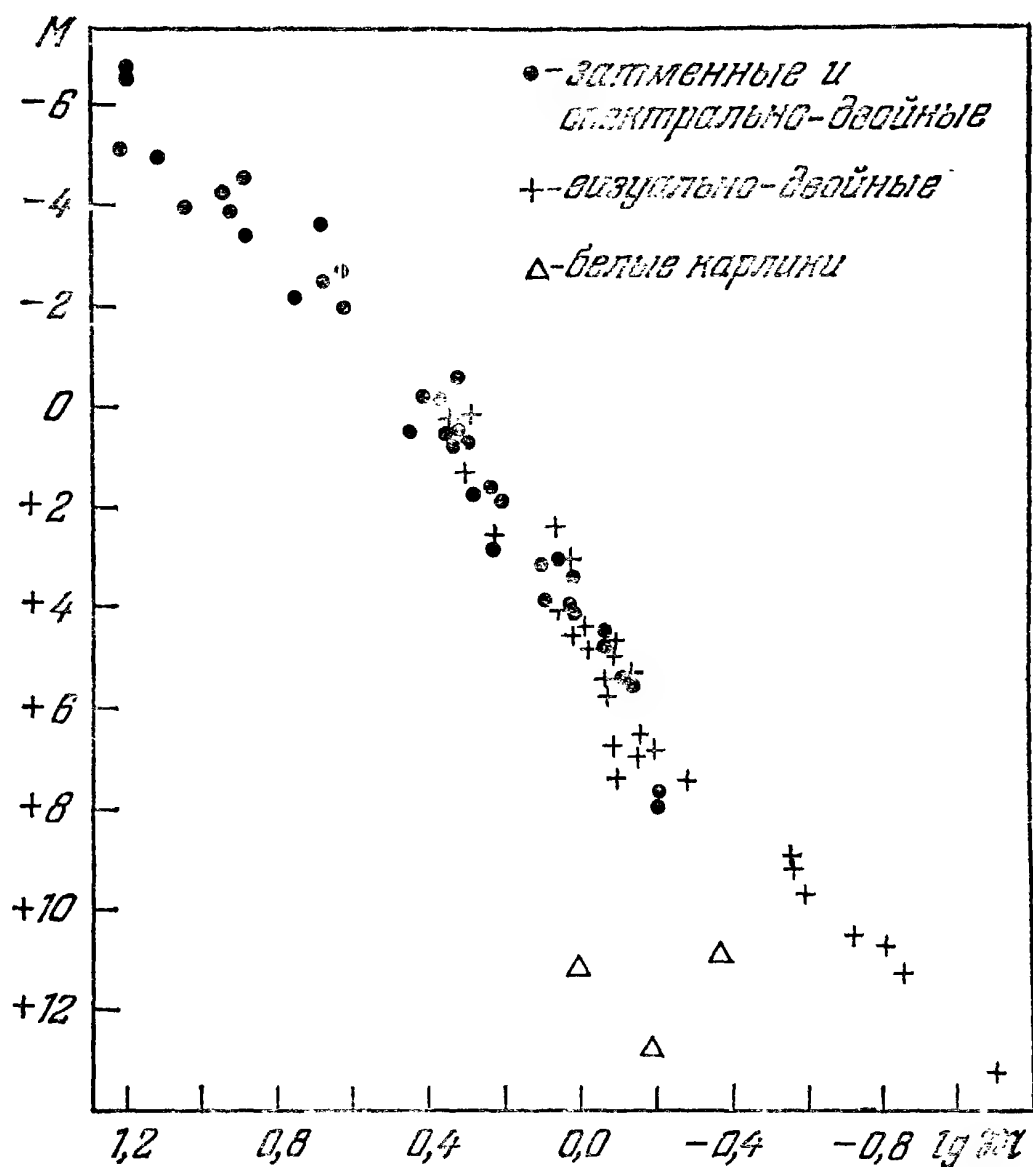


Рис. 88. Зависимость масса — светимость для звезд.

получается зависимость «масса — светимость» по данным о двойных звездах.

Распространяя эту зависимость на одиночные звезды, можно, зная светимость звезды, определить ее массу. Для звезд главной последовательности можно принять зависимость, характеризуемую приводимой ниже табличкой:

M_{bol}	-7^m	-6^m	-5^m	-4^m	-3^m	-2^m	-1^m	-0^m	$+1^m$	$+2^m$
$\mathfrak{M}$	20	14	11	8,3	6,46	5,13	4,00	3,09	2,34	1,78
M_{bol}	$+3^m$	$+4^m$	$+5^m$	$+6^m$	$+7^m$	$+8^m$	$+9^m$	$+10^m$	$+11^m$	$+12^m$
$\mathfrak{M}$	1,35	1,05	0,79	0,62	0,48	0,36	0,28	0,21	0,16	0,12

Маленькие и слабые, но горячие *белые карлики* не удовлетворяют зависимости «масса — светимость». Их массы в действительности значительно больше тех, которые соответствуют их светимости по этой зависимости. Это — особые, чрезвычайно плотные звезды *). Звезды субкарлики и субгиганты также не подчиняются приведенной зависимости «масса — светимость». Звезды различных последовательностей на диаграмме «спектр — светимость» удовлетворяют различным зависимостям «масса — светимость». Самыми массивными являются звезды класса О. Их массы в 50—75 раз больше массы Солнца. В то же время известны звезды, имеющие массы в 10—12 раз меньше солнечной **). Массы большинства звезд заключены в пределах от 0,2 до $4\mathfrak{M}_{\odot}$. Из теоретических соображений следует, что масса устойчивой звезды не может превышать $65\mathfrak{M}_{\odot}$. Действительно, звезды, для которых оценка массы дает большее значение, обнаруживают признаки нестационарности (например, колебания блеска). Нижним пределом массы звезды является $\sim 1/20$ массы Солнца. Тела меньшей массы не будут самосветящимися, т. е. будут больше похожи на планеты. Таким образом, отношение массы самой «тяжелой» звезды к массе «легчайшей» составляет примерно 1300 : 1. Средняя масса звезд в окрестностях Солнца равна 0,41 солнечной массы. Рис. 89 показывает зависимость средних масс звезд от их спектра для трех классов светимости (см. также табл. XIV). (НиЧ, 1966, 300—311.)

*) Их средняя плотность равна $4 \cdot 10^5$ г/см³. В настоящее время открыто уже более 300 белых карликов. Так как их светимость очень мала и они могут быть обнаружены лишь в окрестностях Солнца, то, следовательно, во всей Галактике их должно быть много больше. В окрестностях Солнца они составляют 6% общего числа звезд.

**) Звезда с наименьшей известной массой — это спутник В двойной звезды Росс 614; масса равна 0,08 массы Солнца. Меньше ее лишь невидимые спутники звезд (см. выше).

Плотности звезд. Среднюю плотность звезды можно вычислить, деля ее массу на объем:

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3} \pi R^3} . \quad (19)$$

Таким образом, например, было определено, что средняя плотность Солнца равна $1,41 \text{ г/см}^3$. Из того, что массы звезд отличаются друг

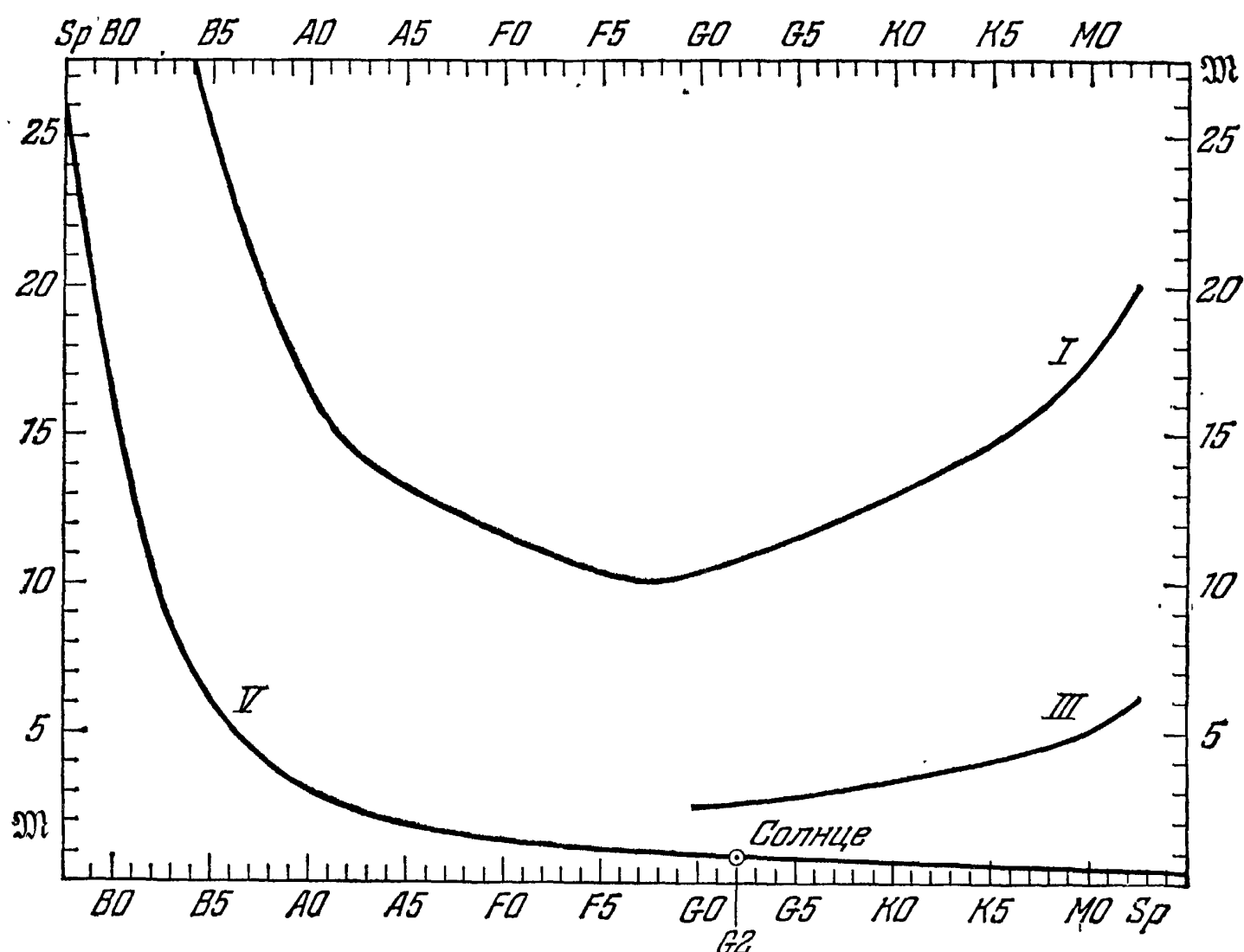


Рис. 89. Массы звезд различных спектральных классов.

от друга меньше, чем их размеры, следует, что средние плотности звезд заключены в очень широких пределах. Для звезд главной последовательности они лежат в пределах от 10^{-4} г/см^3 до 4 г/см^3 . Для других последовательностей эти границы иные. Так, примером звезд очень малой плотности служат красные сверхгиганты — Бетельгейзе и компоненты затменно-двойной VV Цефея. Средняя плотность Бетельгейзе $6 \cdot 10^{-7} \text{ г/см}^3$ (иначе, $1/2000$ плотности воздуха при нормальном атмосферном давлении). Плотность звезд VV Цефея еще меньше: 10^{-8} г/см^3 или $1/12000$ плотности воздуха при нормальных условиях. Наряду с этим известен белый карлик AC+70°8247, средняя плотность которого $36\,000\,000 \text{ г/см}^3$, т. е. в 60 триллионов раз больше плотности сверхгиганта Бетельгейзе (в 10 млн. раз больше солнечной). Можно думать, что плотность в центре этого белого карлика, который по массе близок к Солнцу, а по размерам не больше Марса, достигает одного биллиона г/см^3 ! Один кубический сантиметр вещества средней плотности этой звезды весил бы на Земле 83 кг и 350 000 кг на поверхности самой звезды.

Другой пример, хотя и не такой разительный, дает «звезда Маанена» с плотностью 400 000 г/см³, или спутник Сириуса — 40 000 г/см³. В табл. 76 даны средние плотности звезд различных спектральных классов и классов светимости.

Напряжение силы тяжести на поверхности звезды. Ускорение силы тяжести на поверхности какого-нибудь тела обратно пропорционально квадрату расстояния от центра и пропорционально массе тела

$$g = \frac{f \cdot \mathfrak{M}}{R^2},$$

где f — постоянная тяготения — равна $6,673 \cdot 10^{-8}$ дин·см²/г² или см³/г·сек².

Если принять для Солнца $g_{\odot}=274$ м/сек², то для звезд различных спектральных классов будут следующие светимости M_{bol} , $g/g_{\odot}$ и $\mathfrak{M}/\mathfrak{M}_{\odot}$:

Т а б л и ц а X I V

Светимости, массы и напряжения силы тяжести в зависимости от спектра

Спектр	M_{bol}	$g/g_{\odot}$	$\mathfrak{M}/\mathfrak{M}_{\odot}$	Спектр	M_{bol}	$g/g_{\odot}$	$\mathfrak{M}/\mathfrak{M}_{\odot}$
W	—6 ^m	0,33	12	gF0	+0 ^m ,6	0,14	2,5
O8	—7	0,13	19	gG0	+0,3	0,034	2,5
B0	—5,9	0,22	14	gK0	—0,1	0,011	2,5
B5	—2,7	0,29	6	gM0	—1,7	0,0015	2,5
A0	+0,3	0,55	2,8	cO, cB	—8	0,3	25
A5	+2,0	0,66	1,8	cF	—4,5	0,3	10
dF0	+2,9	0,71	1,4	cM	—4	0,04	10
dG0	+4,5	0,85	0,9	A5 wd	+11	10³	0,5
dK0	+6,2	1,18	0,6				
dM0	+8,2	1,2	0,3				

Магнитные поля звезд. Когда прогресс наблюдательной техники позволил изучать спектры ярких звезд почти столь же детально, как спектр Солнца или солнечных пятен (с 1946 г.), выяснилось, что около 150 звезд, большей частью класса А, обладают магнитным полем. У некоторых звезд магнитное поле по интенсивности много больше магнитных полей, наблюдаемых на Солнце (у 35 звезд напряженность поля превышает 1000 гаусс; наибольшая измеренная напряженность магнитного поля звезды равна +34 400±266 гаусс — у HD 215441). Обнаружены значительные изменения интенсивности и даже знака магнитного поля у ряда звезд (*магнитно-переменные звезды*), сопровождающиеся изменением интенсивности спектральных линий и небольшими колебаниями блеска (НиЧ 1967, 307—325).

Примером может служить переменная CS Vir, имеющая амплитуду изменения блеска всего 0^m,05, а амплитуду изменения магнитного поля 4 000 гаусс. Полного объяснения этим удивительным переменам магнитного поля и самой громадной интенсивности поля этих звезд еще не найдено. Может быть, дело здесь во вращении звезды, магнитная

ось которой заметно наклонена к оси вращения. А может быть, это явление, сходное с явлением солнечных пятен.

По своим спектрам «магнитные» и «металлические» звезды принадлежат к звездам класса А с аномально сильными линиями некоторых элементов. Ранние подклассы — звезды А_р (магнитные) и поздние — звезды А_п с резкими и многочисленными линиями металлов (без магнитного поля и без переменности). В «магнитных» звездах аномально

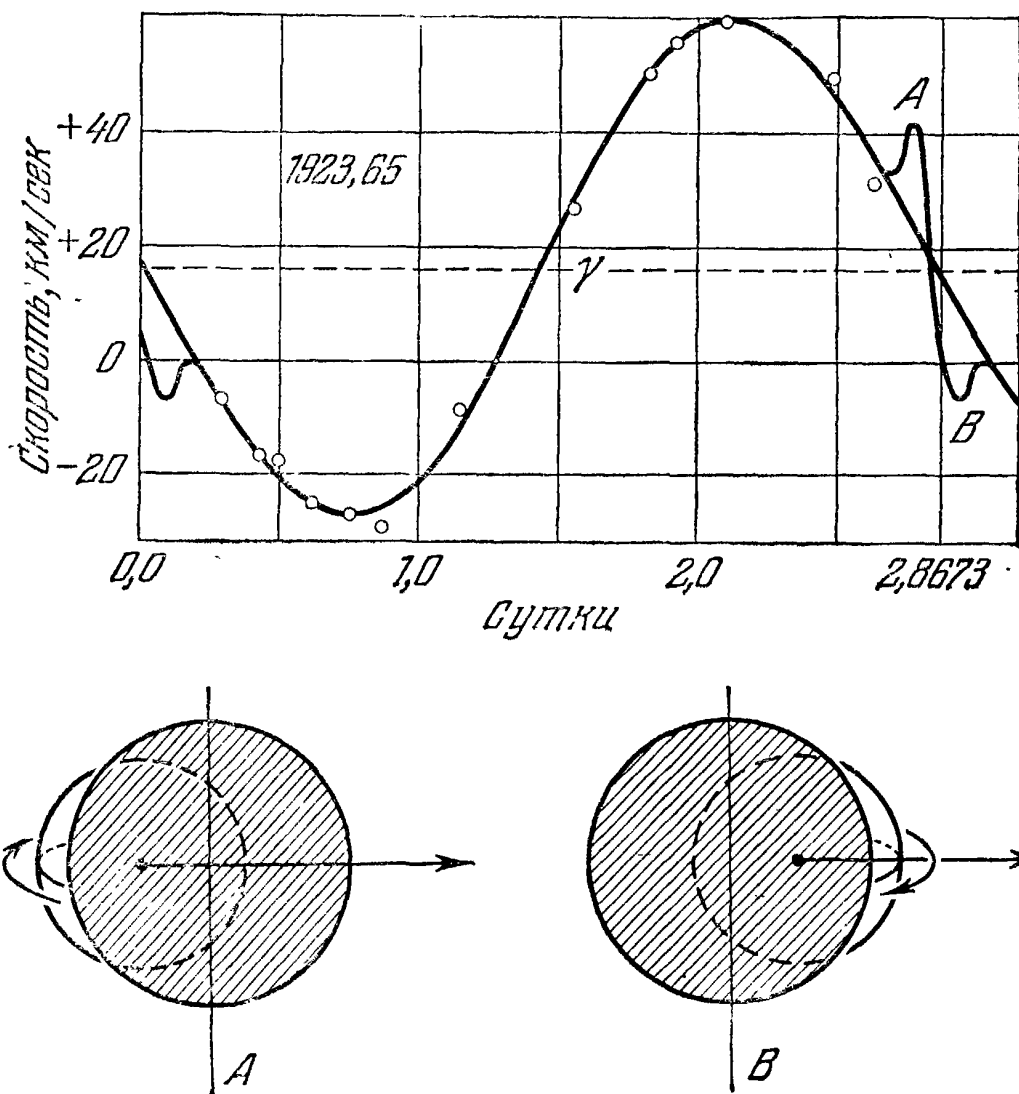


Рис. 90. Влияние вращения звезды на кривую лучевых скоростей затменной двойной звезды (Алнolia).

сильны линии ионизованных редкоземельных элементов европия (Eu), диспрозия (Dy) и гадолиния (Gd). Среди «магнитных» звезд встречаются также «кремниевые», «стронциевые», «хромовые», «марганцевые» звезды с аномальным содержанием этих элементов. Среди металлических звезд много тесных двойных (спектрально-двойных).

Вращение звезд. Изучение спектров звезд (ширины и профилей спектральных линий металлов) привело к тому выводу, что многие звезды вращаются вокруг своей оси, причем звезды спектральных классов О и В в среднем вращаются с большой скоростью, достигающей 200—250 км/сек на экваторе *). Звезды класса А вращаются со скоростью 150—200 км/сек. Скорость вращения звезд поздних классов — меньше (у звезд класса К она меньше 10 км/сек). Для Солнца эта скорость составляет лишь 2 км/сек, что, вероятно, связано с наличием планетной системы около него. Некоторые затменные двойные звезды обнаруживают в кривых лучевых скоростей характерную вол-

*) Самая большая скорость вращения, зарегистрированная у В-звезд, порядка 500 км/сек.

ну близ момента затмения (рис. 90), свидетельствующую о вращении компонентов. По направлению вращение компонентов совпадает с орбитальным движением.

Переменные звезды. Переменные звезды — это звезды, блеск которых, приведенный к одинаковым условиям наблюдения, меняется; они становятся то ярче, то слабее. Определение очень краткое, но достаточно точное и общее. Амплитуды колебаний блеска — от самых малых (несколько сотых звездной величины) до 15—17^m. Чем более совершенные фотометры употребляются, тем больше открывают переменных звезд малой амплитуды. Сейчас известно уже около 30 тысяч переменных в Галактике и более пяти тысяч в других галактиках. Последние исследования указывают на то, что переменность появляется лишь на некоторых этапах эволюции звезды (АК 1967, 233—249).

Переменные звезды обозначаются в каждом созвездии латинскими прописными буквами от R до Z, а затем комбинациями каждой из этих букв с каждой из последующих от RR до ZZ, после чего используются комбинации всех букв от A до Q с каждой последующей, от AA до QZ *). В некоторых созвездиях открыто более 334 переменных (число указанных буквенных комбинаций), — последующие переменные обозначаются буквой V и порядковым номером, начиная с 335. К каждому обозначению прибавляется трехбуквенное обозначение созвездия, например S Car, RT Per, V557 Sgr и т. д. Переменные из числа звезд, обозначенных греческими буквами (стр. 115 и каталог звезд—табл. 50), других обозначений не получают. Кроме того, часто встречаются *предварительные обозначения переменных*, например: СПЗ, т. е. советская переменная звезда, для всех звезд, открытых в СССР, НV — для звезд, открытых на Гарвардской обсерватории, Ross — для 379 переменных, открытых Ф. Россом, S — открытых на Зоннебергской обсерватории (ГДР) и т. д. С 1900 по 1954 г. новые переменные звезды, открытые в разных странах, получали в AN и BZ (см. стр. 380) предварительные обозначения вида: 144 1934 Cyg, т. е. 144-я переменная, открытая в 1934 г.; находится в созвездии Лебедя. Новые звезды иногда обозначали буквой N в сопровождении номера и названия созвездия. Например, N3 Sgr — третья новая в созвездии Стрельца); некоторые авторы добавляют год вспышки. Теперь они получают обычные для переменных обозначения **).

Основой современной *классификации переменных звезд* является физическая сущность явления. Все *затменно-двойные* выделяются

*) Из всех комбинаций исключается буква J, которую легко спутать с буквой I.

**) В 1948 г. вышел в свет «Общий каталог переменных звезд» (ОКПЗ), составленный советскими учеными Б. В. Кукаркиным и П. П. Паренаго. Он содержит сведения о 10 912 переменных. В ежегодных дополнениях к нему публиковались сведения о новых переменных звездах. В 1951 г. вышел «Каталог звезд, заподозренных в переменности» (8134 звезды). 2-е издание КЗП (1966 г.) содержит еще 3900 звезд, заподозренных в переменности. В 1958 г. вышло второе, дополненное издание Общего каталога (ОКПЗ II), составленное Б. В. Кукаркиным, П. П. Паренаго, Ю. И. Ефремовым и П. Н. Холодовым, включающее данные о 14 708 обозначенных переменных звездах. После двух Дополнений к ОКПЗ II, в 1969 г. вышло третье издание — ОКПЗ III, — 20 436 переменных звезд.

в особую группу *оптических переменных*; причиной изменения их блеска являются взаимные затмения двух звезд, обращающихся вокруг общего центра масс в плоскости, лежащей близко к лучу зрения наблюдателя. Таких звезд известно в настоящее время более 4000.

Пульсирующие переменные и *взрывные* (или *эруптивные*) переменные принадлежат к группе *физических переменных*, у которых колебания блеска вызваны колебаниями радиуса, поверхностной температуры и изменениями других физических характеристик.

I. *Пульсирующие переменные*. Они подразделяются на следующие классы (указано число известных переменных каждого класса по ОКПЗ III, 1969; однако эти числа не характеризуют истинных численностей, так как зависят от вероятности открытия, которая очень различна для переменных разных типов):

Карликовые цефеиды (обозначение RRs) и звезды типа δ Щита (δ Sct) — 64.

Короткопериодические цефеиды типа RR Лиры (RR) — 4386.

Долгопериодические цефеиды типа δ Цефея (C δ) и типа W Девы (CW) — 766.

Долгопериодические переменные типа о Кита (M) *) — 4566.

Переменные типа RV Тельца (RV) — 104.

Полуправильные переменные (SR) — 2221.

Неправильные переменные (I) — 1687.

Переменные типа β Большого Пса (β C) — 23.

Магнитно-переменные или типа α^2 Гончих Псов (α^2 CV) — 28.

II. *Взрывные переменные*. Они подразделяются на следующие типы:

Неправильные ранних спектральных классов (Ia) — 32.

Орионовы переменные (In) — 869.

Быстрые неправильные переменные (Is) — 210 **).

Переменные типа U Близнецов (UG) — 215.

Переменные типа Z Жирафа (Z Cam) — 20.

Переменные типа R Северной Короны (R CB) — 32.

Переменные типа UV Кита (UV) или вспыхивающие — 28.

Новоподобные звезды — 39.

Новые звезды (N) — 166 ***).

Сверхновые звезды (SN) — 6 ***).

Изменение блеска *цефеиды* характеризуется быстрым увеличением и медленным уменьшением блеска (рис. 91). Оно сопровождается изменением ее спектра (от F до G — K), размера, поверхностной температуры, причем максимальному блеску переменной соответствуют наименьшие размеры и наибольшая температура поверхности. Диаметр цефеиды в течение периода изменения блеска меняется на 10—15%, температура — более чем на 100°. Причина колебаний блеска цефеид

*) Иначе — *миры* (Мира по-латыни — «удивительная»).

**) К переменным типов Ia, In и Is относят теперь звезды типов T Тельца (T) и RW Возничего (RW).

***.) Большое число новых и сверхновых звезд (около 300) открыто в других галактиках.

лежит в периодических пульсациях звезды, происходящих вследствие нарушения в ее поверхностных слоях равновесия сил тяготения и сил газового давления *).

Периоды цефеид составляют от $\sim 0^d,06$ до $\sim 60^d$; цефеиды с периодами от $0^d,056$ (SX Phe) до $0^d,2$ — это *карликовые цефеиды*, выделенные в самое последнее время; цефеиды с периодами от $0^d,2$ до $\sim 1^d,2$ — это *переменные типа RR Лир* (иногда их называли *анталголями*); от $\sim 1^d$ до 60^d — *долгопериодические цефеиды* **). Амплитуды порядка одной звездной величины. Спектры от А до К, причем чем длиннее период, тем краснее звезда. Карликовые цефеиды относятся к карликам главной последовательности с M от $+4^m,0$ до $+1^m,5$. RR Лир —

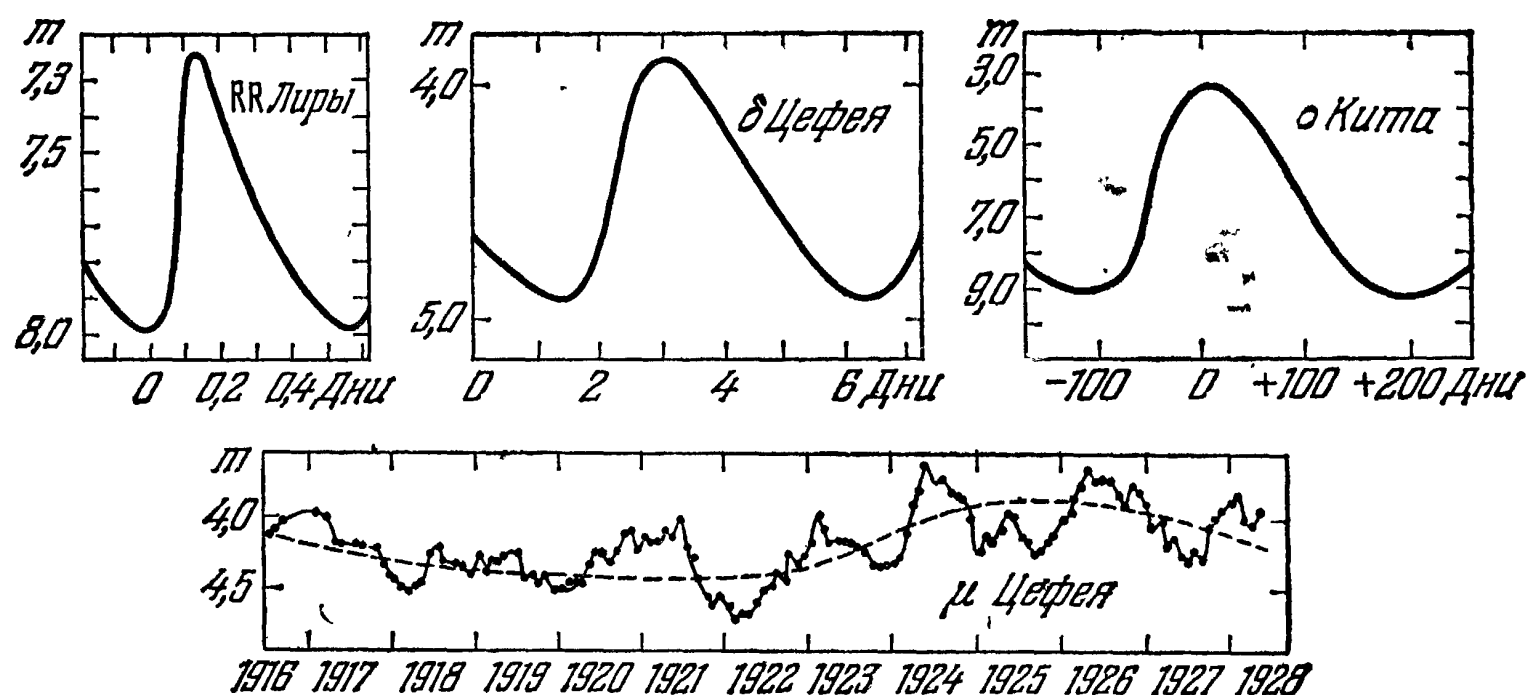


Рис. 91. Кривые блеска переменных звезд: RR Лир, δ Цефея, $\circ$ Кита и μ Цефея (полуправильная переменная).

гиганты со средней абсолютной звездной величиной $+0^m,5$, принадлежащие сферической составляющей Галактики. Цефеиды С δ — сверхгиганты с абсолютной величиной от -2^m до -6^m ; при этом чем больше период, тем больше светимость (рис. 92 и 93).

Эта фундаментальная зависимость «период — светимость» дает возможность определять M по периоду, а затем по формуле (7) находить расстояния. Это — один из самых мощных методов определения расстояния до удаленных частей нашей звездной системы и до других галактик (определение так называемого *цефеидного параллакса*) (АК 1970, 225) ***).

По мере увеличения периода увеличиваются светимости и массы цефеид: от 0,5 до 1,5 масс Солнца для RR и от 3 до 12 для С δ . Средние радиусы цефеид заключены в пределах от семи до 200 радиусов Солнца, причем бóльшим периодам P соответствуют бóльшие радиусы (ЗиВ, 1966, № 1, 10—16).

*) Идея пульсаций цефеид была впервые выдвинута русским физиком Н. А. Умовым в 1896 г. (на защите диссертации А. А. Белопольского).

**) Из переменных типа С δ самая короткопериодическая FM Del ($P=0^d,79641$).

***) Цефеиды CW на $1^m,5$ — $2^m,0$ слабее С δ , относятся к сферической составляющей и также показывают зависимость «период — светимость».

Большой интерес представляют немногочисленные короткопериодические цефеиды типа RR Лир, обнаруживающие двойную или даже

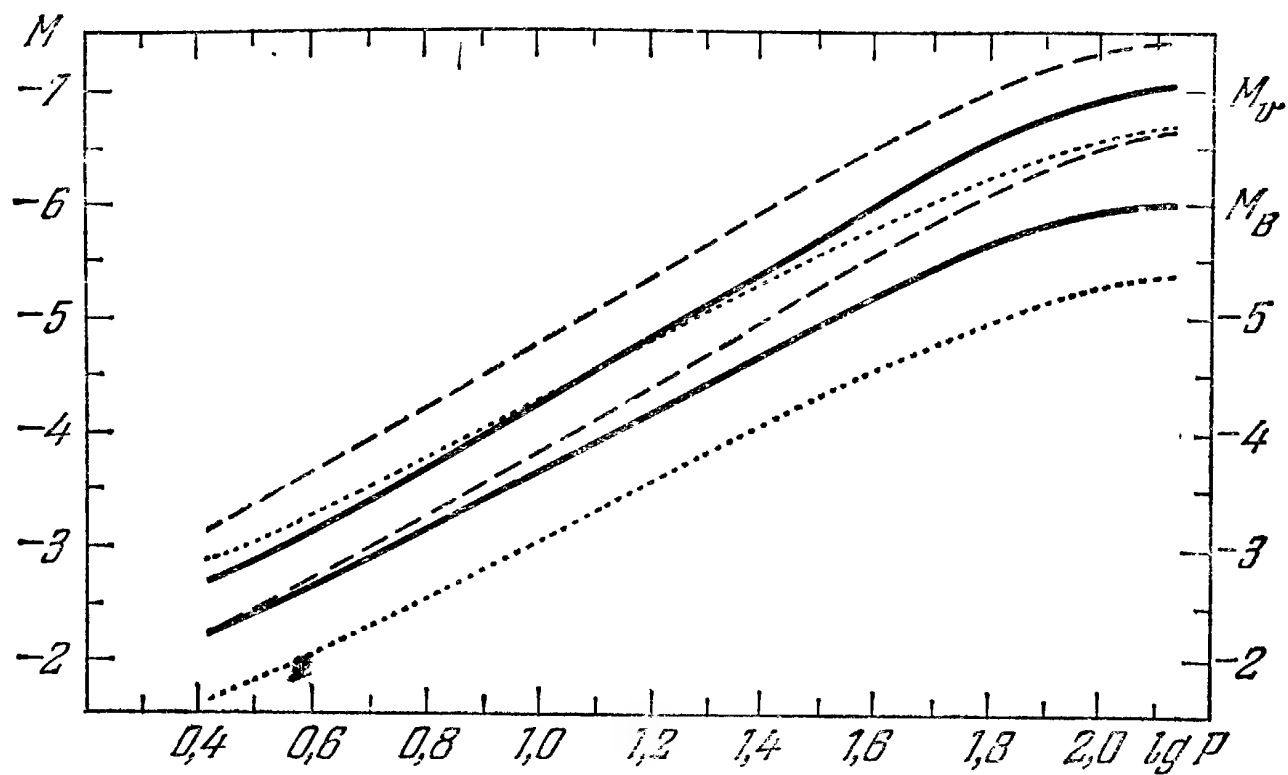


Рис. 92. Современная комбинированная зависимость $P - M$ для цефеид (по звездам нашей Галактики, Магеллановых Облаков, M 31 и NGC 6822). Средний блеск: границы естественной дисперсии ($\sim \pm 0^m,5$) показаны штриховыми линиями.

тройную периодичность (*эффект Блажко*), когда на колебания короткого периода накладываются колебания длинных периодов. В итоге пе-

риодически меняется форма кривой блеска; параллельно с изменением блеска меняется и лучевая скорость, причем кривая лучевых скоростей также показывает наличие двух или трех периодов. Таковы, например, RR Лир ($0^d,5668$, $40^d,7$ и $122^d,1$), XZ Лебедя ($0^d,4666$, $57^d,25$ и $153^d,8$) или XZ Дракона ($0^d,4765$ и $76^d,0$). Карликовые цефеиды, как правило, также обнаруживают эффект Блажко, однако они, видимо, генетически не связаны со звездами RR Лир, так как принадлежат *плоской составляющей* (см. стр. 171), имеют меньшие скорости, чем RR Лир, и богаты тяжелыми элементами. Вблизи Солнца их должно быть в семь раз больше, чем звезд типа RR Лир, но открывать

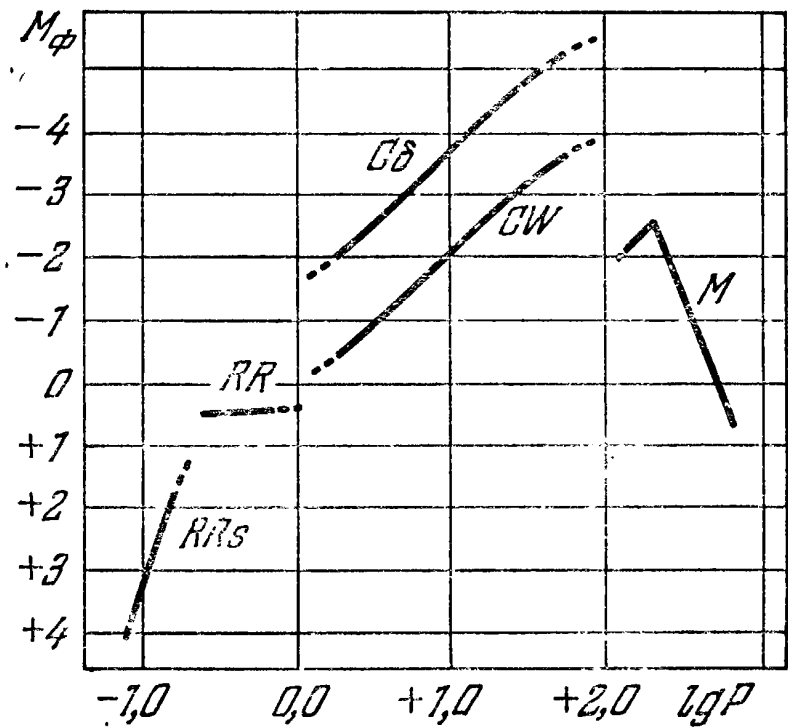


Рис. 93. Схематическое представление зависимости период — светимость у короткопериодических цефеид (RR Lyr), у долгопериодических цефеид (δ Cep) плоской и сферической составляющих нашей Галактики (о составляющих см. стр. 171) и у долгопериодических переменных типа Миры Кита (о Cet). Для последних принимается абсолютная фотографическая звездная величина в наибольшем максимуме блеска).

их труднее вследствие малых амплитуд и коротких периодов (АК 1969, 171).

Большинство *переменных типа Миры Кита* имеет периоды от 90^d до 700^d *) (в среднем 290^d). Амплитуды возрастают от $1^m,5$ до 8^m-10^m при увеличении периода (средняя амплитуда изменения блеска 5^m). И период, и амплитуда, и форма кривой блеска каждой такой переменной подвержены небольшим колебаниям. Спектры *мирид* (как их иногда называют) принадлежат к классам M, N, R и S; у большинства в спектре видны яркие линии излучения водорода; более поздние спектры характерны для звезд с большими периодами. Одновременно с блеском меняется спектр (в максимуме блеска он более ранний) и температура (в максимуме 2300°K , в минимуме 1800°K). Долгопериодические

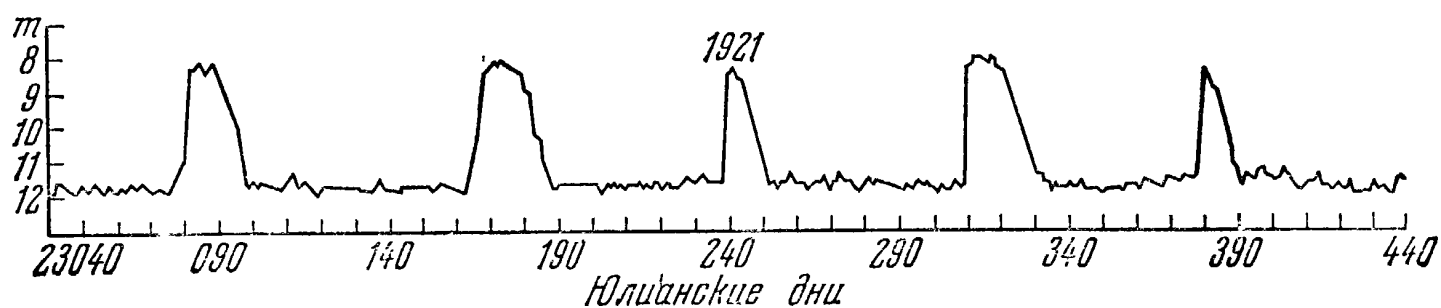


Рис. 94. Кривая блеска SS Лебедя (типа U Близнецов).

переменные являются гигантами и сверхгигантами. Абсолютные величины их в среднем близки к -1^m (от $-3^m,5$ до $0^m,0$), причем большим периодам соответствуют меньшие светимости, т. е. зависимость «период — светимость» имеет обратный смысл, чем у цефеид. Полного объяснения колебаний их блеска нет, но надо думать, что имеет место пульсация самой звезды — красного сверхгиганта и изменение прозрачности ее протяженной атмосферы.

Полуправильные и неправильные переменные характеризуются амплитудой от $0^m,5$ до 2^m , большими неправильностями колебания блеска, поздними спектральными классами и абсолютными величинами от $+1^m$ до -4^m . Все они являются гигантами или сверхгигантами. Колебания блеска также связаны с пульсациями.

Переменные звезды типа U Близнецов (рис. 94) дают непродолжительные вспышки, сменяющиеся периодами почти постоянного минимального блеска. Амплитуда вспышек — несколько звездных величин, причем чем чаще у звезд вспышки, тем меньше их амплитуда. Аналогичной зависимости, как это показали Б. В. Кукаркин и П. П. Паренаго, подчиняются *повторно-новые звезды*. Многие звезды типа U Gem являются тесными двойными. В 1866 г. вспыхнула звезда, получившая обозначение Т Северной Короны. По своим характеристикам она должна была быть отнесена к *повторно-новым звездам*. По зависимости Кукаркина и Паренаго ее период должен быть около 80 лет. В 1946 г. произошла новая вспышка**) Т Северной Короны, подтвердившая найденную зависимость. В настоящее время известно семь повторно-новых звезд, вспыхнувших уже два или большее число раз***).

*) Самый долгий период (1380^d) имеет переменная HV 10446.

**) Первым ее обнаружил советский любитель астрономии А. С. Каменчук.

***). Это RS Oph (1898, 1933, 1958, 1967), T Pyx (1890, 1902, 1920, 1944), U Sco (1863, 1906, 1958), T CrB, WZ Sge (1913, 1964, 1968), V 1017 Sgr (1901, 1919) и VY Aqr (1907, 1962).

Звезды типа R Северной Короны обнаруживают внезапные большие и весьма неправильные уменьшения блеска при одновременных спектральных изменениях. Можно думать, что у этих звезд во время вспышек резко возрастает непрозрачность атмосферы; тогда вместо увеличения блеска мы наблюдаем падение блеска.

В последние годы открыто около трех десятков слабых красных карликов спектральных классов dM4e — dM6e, показывающих внезапные кратковременные вспышки. Это — *переменные типа UV Кита*. За несколько десятков секунд блеск звезды возрастает на несколько звездных величин, после чего происходит медленное падение блеска.

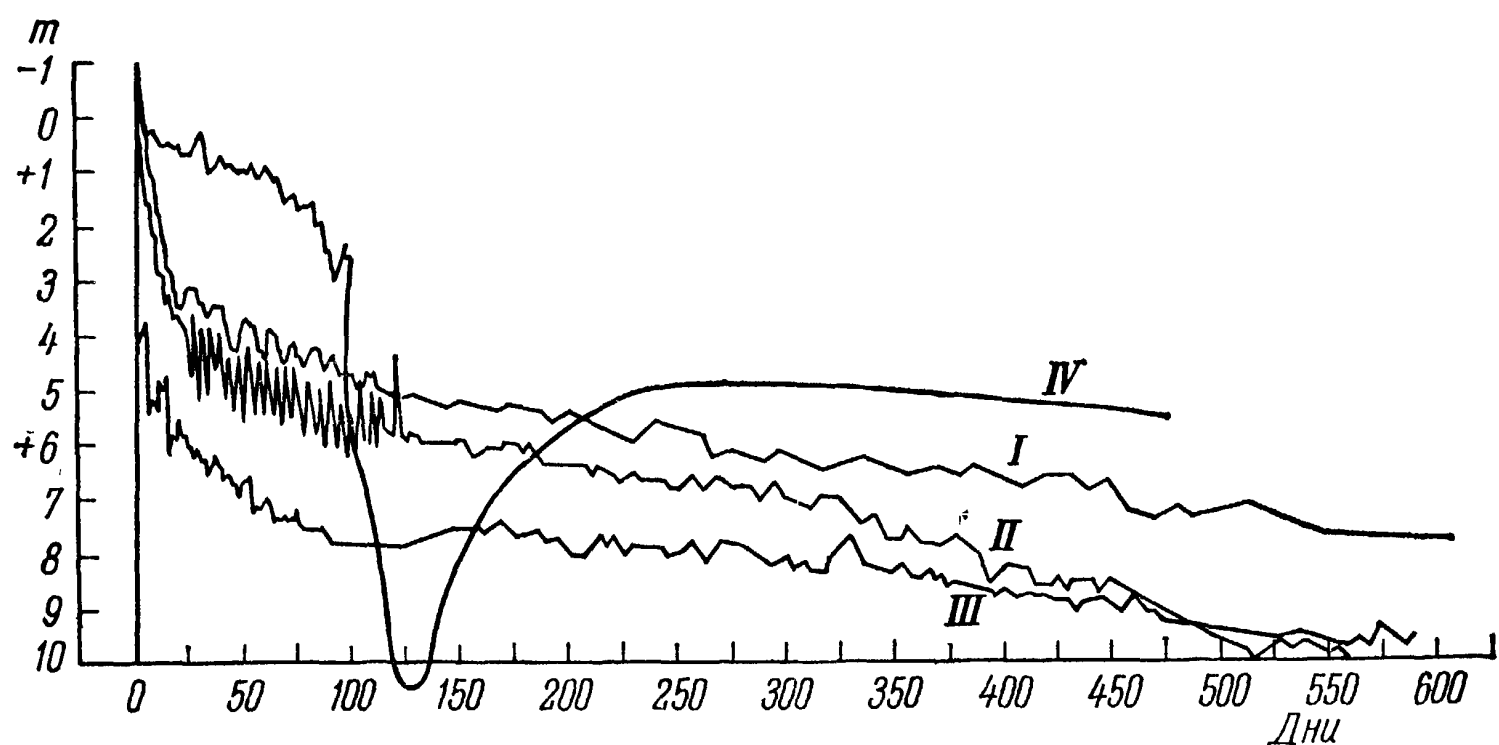


Рис. 95. Кривые блеска Новой Орла 1918 г. (I), Новой Персея 1901 г. (II), Новой Близнецов 1912 г. (III) и медленной новой — Новой Геркулеса 1934 г. (IV). Моменты максимумов всех кривых для удобства сравнения совмещены.

Вся вспышка занимает время от 10—20 минут до нескольких часов. Частота вспышек различна у разных переменных этого типа (так, у самой UV Кита одна вспышка приходится в среднем на 20 часов); можно думать, что у звезд с более поздним спектром вспышки происходят чаще. К звездам этого типа принадлежат также Проксима Кентавра, DO Цефея, WX Б. Медведицы. Большинство звезд типа UV Кита — двойные. Причиной вспышек может быть выброс из недр звезд, имеющих поверхностную температуру около 3000° , сгустков материи, обладающих температурой более $10\,000^{\circ}$ *).

Вспыхивающие звезды типа UV Кита находят в звездных ассоциациях (стр. 165) и галактических рассеянных скоплениях (стр. 160), где также много переменных типа RW Aug и T Tau. Все это, очевидно, молодые звезды.

Новые звезды N (каждый год в Галактике наблюдается несколько новых звезд, однако еще больше их недоступно обнаружению) характеризуются чрезвычайно быстрым возрастанием блеска на 8^m — 15^m , в среднем на 13^m (т. е. в 160 000 раз) в течение нескольких дней и медленным спадом (с дополнительными колебаниями) в течение меся-

*) Б. Ловелл (Англия) нашел, что меньший компонент UV Cet дает вспышки радиоизлучения с яркостной температурой 10^{15}°K .

цев (рис. 95). В среднем их абсолютная величина в максимуме около — 7^m . До максимума звезда имеет ранний спектр, в максимуме вспыхивают яркие линии, которые затем превращаются в полосы. Расширившаяся, «раздувшаяся» в сотни тысяч раз звезда *) отделяет в момент максимума блеска газовую оболочку (равную по массе 10^{-4} — 10^{-5} масс Солнца), которая, постепенно расширяясь, рассеивается в пространстве. Звезда возвращается к начальному состоянию, чтобы затем, вероятно, вновь вспыхнуть. Если предположить, что вспышки новых звезд определяются теми же причинами, что и у повторно-новых, то полученная советскими учеными зависимость дает

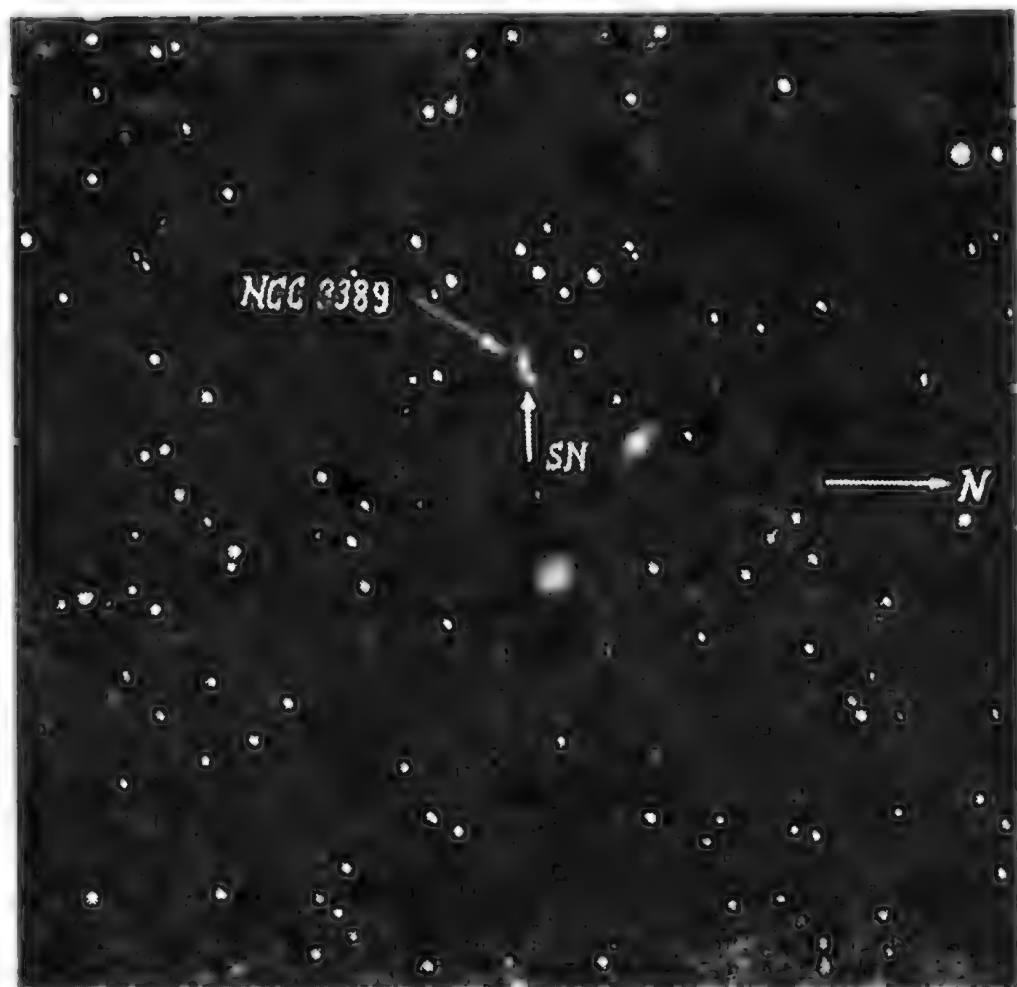


Рис. 96. Сверхновая в галактике NGC 3389, открытая А. Д. Чуадзе на Абастуманской АО в 1967 г.

возможность оценить промежуток времени между вспышками для обычных новых порядка пяти тысяч лет. В Галактике должно быть около миллиона звезд, дающих вспышки новых. Наше Солнце к таким звездам не принадлежит.

В последние годы установлено, что ряд бывших новых является тесными двойными звездами — затменными с очень короткими периодами обращения (например, бывшая Новая Геркулеса 1934 г. — DQ Her имеет теперь $P=4^h39^m$). Вероятно, все новые — двойные.

Сверхновые звезды SN вспыхивают в галактиках в среднем раз в 300—400 лет **) и в максимуме достигают светимости, в десятки

*) Так, например, Новая Живописца 1925 г. к моменту максимума достигла диаметра в 600 млн. км, что превышает диаметр орбиты Марса.

**) В некоторых галактиках SN вспыхивают гораздо чаще. По данным Б. В. Кукаркина (1965) о 19 вспышках SN в семи галактиках средний промежуток получается равным $16^a,5$.

миллионов раз превосходящей светимость Солнца. Амплитуды более 19^m . По виду кривой блеска и по спектру сверхновые делятся на два основных типа, обозначаемых как SNI и SNII. В среднем абсолютная величина SNI в максимуме блеска равна $-18^m,7 \pm 0^m,3$, а SNII $-16^m,3 \pm 0^m,3$. Таким образом, по своему блеску сверхновая в максимуме сравнима со всей галактикой, в которой она вспыхнула, т. е. дает столько же света, сколько его дают все звезды этой галактики, вместе взятые. Нижний предел энергии, излученной SN за все время вспышки, $10^{48} - 10^{49}$ эрг *).

Подобно новым звездам блеск сверхновых после максимума постепенно (однако в несколько раз медленнее и более плавно) уменьшается. В спектре сверхновой видны широкие полосы излучения, свидетельствующие о грандиозных скоростях расширения (несколько тысяч километров в секунду).

Вспышка сверхновой, вероятно, обусловлена взрывом в недрах звезды вследствие быстрого освобождения внутриатомной энергии при ядерных реакциях. Для обычных новых этот взрыв происходит в более поверхностных слоях звезды и ведет к сбрасыванию газовой оболочки.

В нашей Галактике в 1572 и в 1604 гг. вспыхнули сверхновые звезды. Первую из них наблюдал Тихо Браге, вторую Кеплер. От SN 1054 г. ныне осталась медленно расширяющаяся «Крабовидная туманность», совпадающая с мощным источником радиоизлучения (см. стр. 188). Установлено, что слабая кольцевая диффузная туманность, находящаяся в созвездии Кассиопеи ($\alpha = 23^h 21^m 12^s$, $\delta = +58^\circ 32'$; 1950,0) и совпадающая с самым мощным из известных источников радиоизлучения, образовалась в результате вспышки сверхновой звезды в 369 г. н. э. Вспышка эта подтверждается записями в хрониках того времени. Можно считать, что еще ряд галактических источников радиоизлучения является остатками вспышек сверхновых звезд (о новых и сверхновых см. АК 1965, 160—172).

11. Млечный Путь

Звездная система, в которую входит Солнечная система, называется *Галактикой*. Она состоит из звезд различных типов, из звездных облаков, скоплений, звездных ассоциаций, газовых и пылевых туманностей, облаков межзвездного газа, рассеянной космической пыли и отдельных атомов. Межзвездное пространство пронизывают движущиеся с огромными скоростями частицы космических лучей. Свое название Галактика получила от Млечного Пути, который по-гречески называется «галаксиас» (γαλαξίας) — млечный.

В ясную безлунную ночь видно, как Млечный Путь пересекает небо светлой полосой неодинаковой ширины, неодинаковой яркости и сложного строения. Птолемей первый дал его подробное описание, но лишь после изобретения телескопа Галилей открыл истинную

*) Энергия вспышки SN 1054 в Тельце, по-видимому, достигла 10^{50} эрг.

природу Млечного Пути. В телескоп ясно видно, что сплошное сияние Млечного Пути состоит из света громадного числа слабых звезд, не различимых в отдельности и сливающихся в один светящийся пояс. В телескоп, а в особенности на фотографиях, ясно видно звездное строение полосы Млечного Пути (рис. 97).

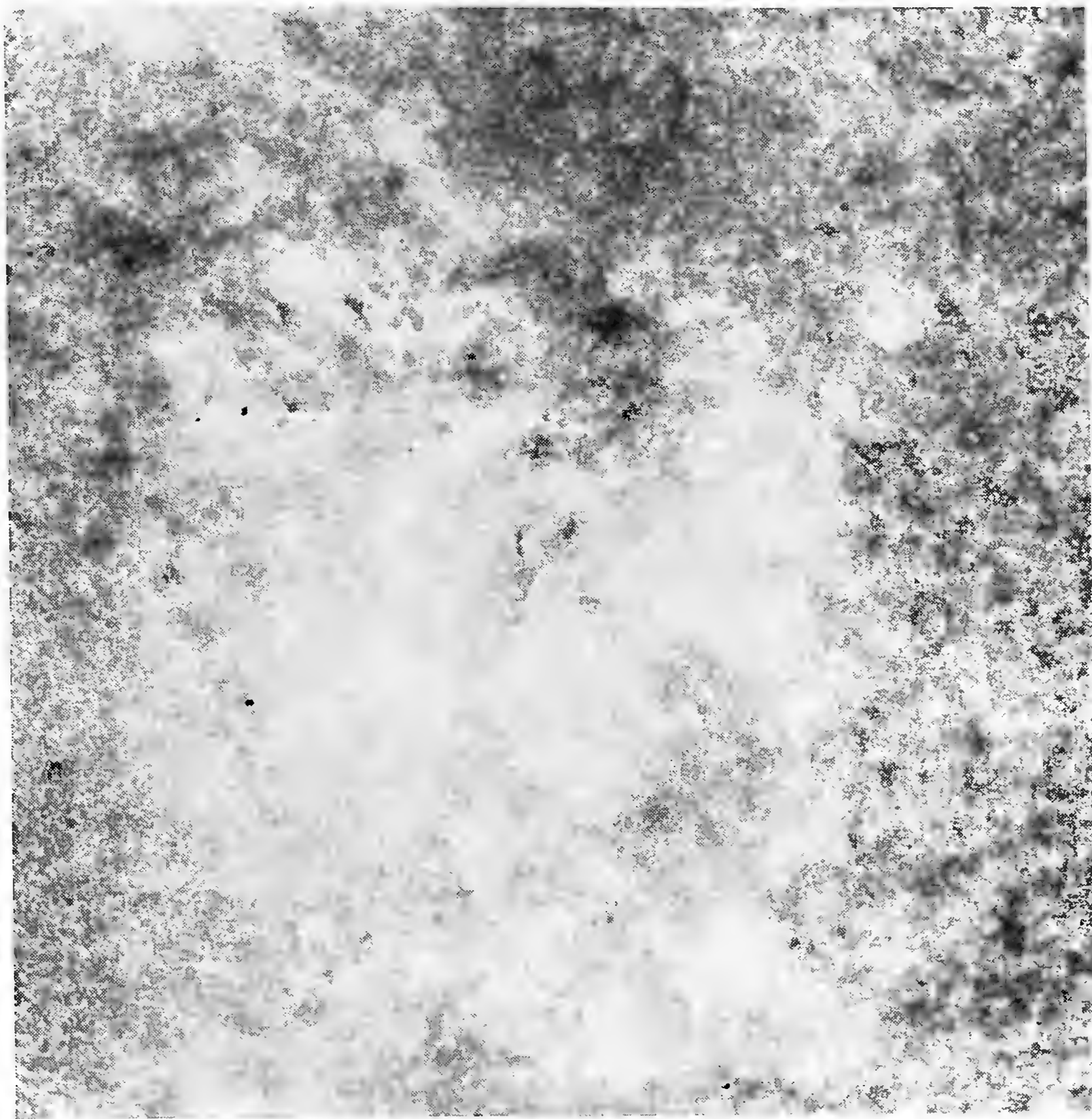


Рис. 97. Звездные облака в Стрельце, указывающие расположение ядра нашей звездной системы — Галактики.

Лучшее время для наблюдения Млечного Пути в средних широтах северного полушария Земли — безлунные ночи июля — августа — сентября. В наших широтах мы видим не весь Млечный Путь. Дуга, которая поднимается над нашим горизонтом, смыкается под ним в полный круг, проходящий через созвездия: Единорог, Малый Пес, Орион, Близнецы, Телец, Возничий, Персей, Жираф, Кассиопея, Андромеда, Цефей, Ящерица, Лебедь, Лисичка, Лира, Стрела, Орел,

Щит, Стрелец, Змееносец, Южная Корона, Скорпион, Наугольник, Волк, Южный Треугольник, Кентавр, Циркуль, Южный Крест, Муха, Киль, Паруса и Корма.

Средняя линия Млечного Пути представляет собой большой круг, наклоненный к плоскости небесного экватора под углом 62° и пересекающийся с ним в точках с прямым восхождением 18^h40^m и 6^h40^m . Точки пересечения галактического экватора с небесным экватором называются *узлами* по аналогии с точками пересечения планетных и лунной орбит с эклиптической. Восходящий узел галактического экватора находится в созвездии Орла, нисходящий — в Единороге. Северный полюс Галактики находится в созвездии Волос Вероники ($\alpha=12^h49^m$, $\delta=+27^\circ$), а южный — в созвездии Скульптора ($\alpha=0^h49^m$, $\delta=-27^\circ$).

Млечный Путь не имеет резких границ; в его состав входит большое число светлых звездных облаков, особенно многочисленных и ярких в его южной части, в созвездиях Стрельца, Скорпиона и Щита. Там находится центр нашей звездной системы (его координаты: $\alpha=17^h28^m$, $\delta=-30^\circ$). В этих же частях Млечного Пути особенно выделяются темные облака — темные туманности; одно из них носит весьма образное название «Угольный мешок». Центральные части Галактики скрыты от нас этими темными туманностями. Если бы их не было, то Млечный Путь был бы в этом направлении в тысячу раз ярче.

В созвездии Лебедя начинается темная полоса, которая на некотором участке делит Млечный Путь на две части (рис. 98). Она проходит через созвездия Орла, Змеи, Стрельца и Скорпиона.

Таким образом, причудливая и неправильная форма полосы Млечного Пути является следствием ряда причин: 1) действительного облакообразного распределения звезд в нашей Галактике, 2) общей их тенденции к скучиванию в направлении к центру нашей системы и к ее средней плоскости (так называемая *галактическая концентрация*) и 3) наличия в межзвездном пространстве большого числа облаков мельчайшей космической пыли *), образующих темные туманности различной формы, размеров и различной оптической толщи, т. е. различной поглощательной способности. Наличие облаков темной материи и рассеянной диффузной материи, состоящей из газа и космической пыли, вызывает *общее и избирательное (селективное) поглощение света*, которое проявляется в ослаблении видимого блеска звезд и в их покраснении. В результате первого в формулу (7) входит видимая звездная величина m , и *с к а ж е н н а я* *п о г л о щ е н и е м* *с в е т а*, что приводит к преувеличению расстояния до звезды, определенного по этой формуле.

В 40-х гг. П. П. Паренаго разработал теорию учета межзвездного поглощения света. В 1963 г. А. С. Шаров дал уточненную картину распределения по небу поглощающей материи, необходимую для определения истинных звездных расстояний. Покраснение вызывает

*) Размер частиц около 10^{-5} см, если это частицы железа, и 10^{-4} см, если это кристаллики льда, что более вероятно.

увеличение показателя цвета. Разность наблюдаемого показателя цвета и нормального, свойственного данному спектральному классу, называется *избытком цвета*. Избыток цвета звезды характеризует

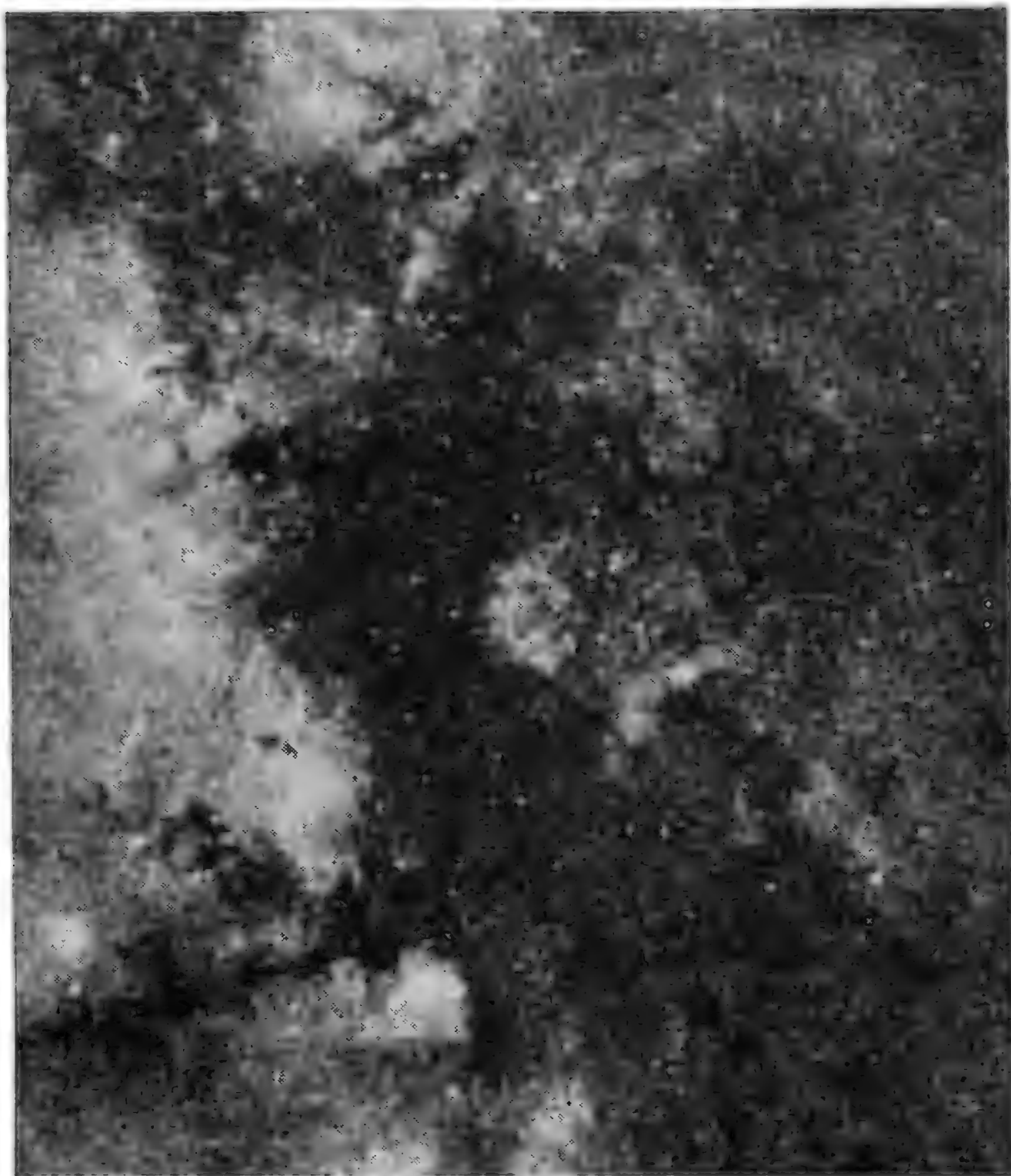


Рис. 98. Млечный Путь в районе созвездий Лебедя — Орла.

поглощение света на пути от звезды до наблюдателя. Для фотометрической системы UBV полное поглощение в лучах V равно

$$A_V = R \cdot E_{B-V},$$

где множитель R приблизительно равен $3,0 \pm 0,2$, избыток цвета $E_{B-V} = (B-V) - (B-V)_0$; нормальные цвета $(B-V)_0$ для различных спектральных классов см. в табл. 75.

Помимо пылевой материи в межзвездном пространстве находится очень разреженная газовая среда, состоящая главным образом из водорода, а также из некоторого количества атомов гелия, углерода, кислорода, азота, натрия, кальция, железа, титана и некоторых молекул: CH , NH , CN , CH^+ , NaH . В 1968 г. обнаружены линии поглощения гидроксидов OH , а в 1969 — молекул воды и формальдегида (H_2CO) —

первая межзвездная органическая молекула, дающая линию поглощения 6,21 см.

Кроме рассеянного газового вещества, имеются отдельные газовые облака. Они вызывают появление в спектрах звезд межзвездных линий поглощения (или, иначе, *стационарных линий*), которые обнаруживают свое доплеровское смещение (стр. 268), характеризующее скорость по лучу зрения облака относительно нас. По интенсивности этих линий можно оценить расстояние до звезды. Иногда наблюдаются два или несколько компонентов стационарных линий. Доплеровское смещение каждого компонента зависит от лучевой скорости отдельного облака, соответствующего этому компоненту. Известны межзвездные облака ионизованного кальция (линии H и K фраунгоферова спектра), нейтральных натрия, кальция, железа, ионизованных и нейтральных CN и Si, ионизованного титана. Средняя плотность газа в Галактике ничтожна и равна $\sim 3 \cdot 10^{-24}$ г/см³ (несколько атомов на 1 см³ пространства). Отношение средних плотностей газа и пыли в межзвездном пространстве составляет $\sim 100 : 1$. Общая масса газа и пыли достигает нескольких процентов общей массы Галактики. Надо упомянуть, что каждая точка межзвездного пространства пронизывается излучением всех объектов, наполняющих Вселенную. Кубический сантиметр космического пространства заключает в себе количество энергии излучения, выражаемое числом 10^{-12} эрг (ср. со значением солнечной постоянной $1,4 \cdot 10^6$ эрг/сек/см²). Температура мирового пространства приблизительно 2° К (т. е. на 2° выше абсолютного нуля).

12. Звездные скопления

На небе даже невооруженным глазом можно заметить несколько мест, где звезды сгущаются и образуют как бы звездную кучу или

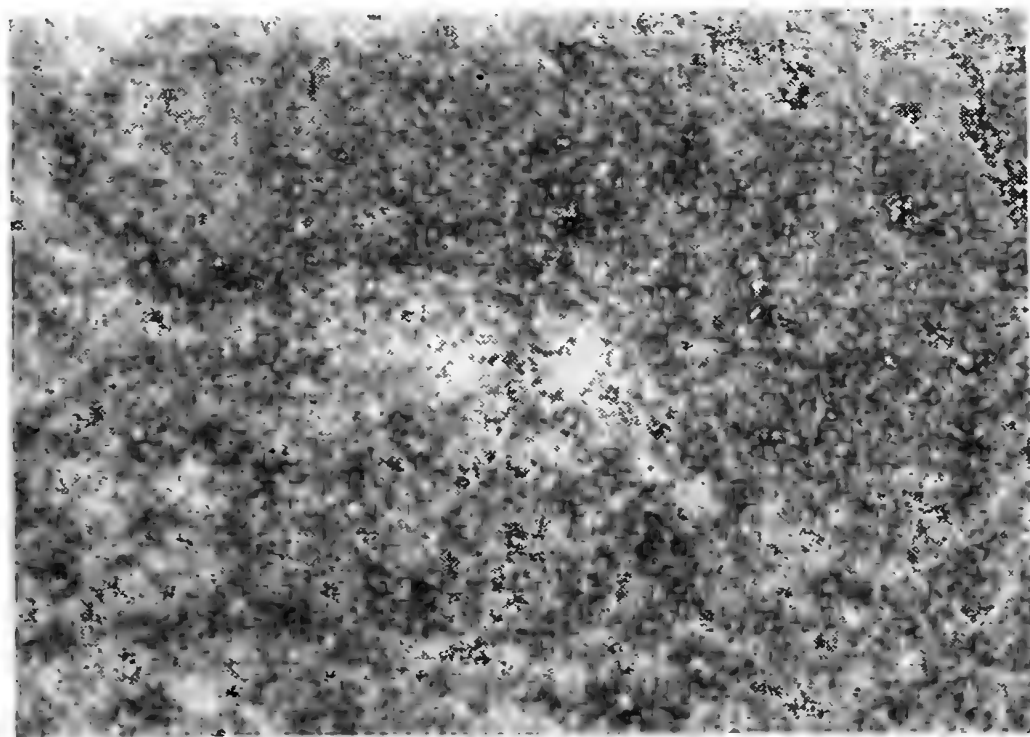


Рис. 99. Рассеянное двойное звездное скопление η и χ Персея.

скопление (рис. 99). Исследование показало, что звезды в таких сгущениях физически связаны друг с другом и движутся параллельными

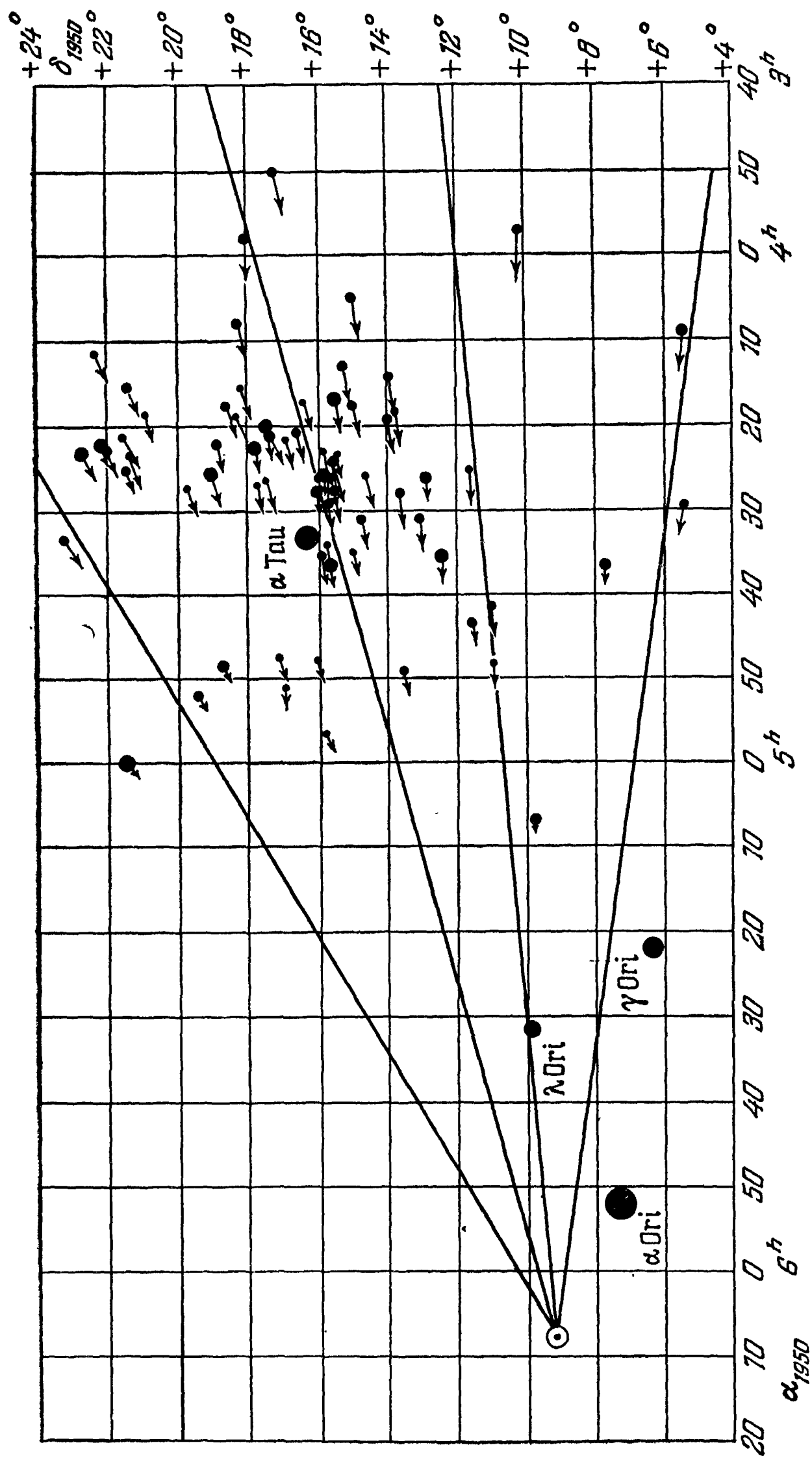


Рис. 100. Гиады — движущееся звездное скопление в Тельце. Известно более 100 членов этого скопления. Стрелками показано движение звезд скопления за 50 000 лет, линии определяют направление на точку видимого схождения — радиант движущегося скопления. 750 000 лет назад Гиады были ближе всего к Солнцу и занимали вчетверо большую площадь на небе; Альдебаран (α Tau) в скопление не входит.

путями (рис. 100) *). Эти сгущения называются *рассеянными звездными скоплениями* (табл. 59) **). (Рассеянные скопления иногда неудачно называют *открытыми*.)

Можно определить расстояние до звезд, входящих в движущееся скопление, если знать их угловые расстояния θ от точки схождения (*радианта*) скопления и лучевую скорость V_r , хотя бы одной из звезд скопления (рис. 101):

$$V_t = V_r \operatorname{tg} \theta = V \sin \theta; \quad (20)$$

с другой стороны,

$$V_t = 4,74 \frac{\mu}{\pi}, \quad (21)$$

откуда

$$\pi = \frac{4,74\mu}{V_r \operatorname{tg} \theta}. \quad (22)$$

Рис. 101. К определению расстояния до звезд движущегося скопления.

Тогда для любой звезды, принадлежащей этому скоплению, будем иметь

$$\pi = \frac{4,74\mu}{V \sin \theta}, \quad (23)$$

где $V = V_r \sec \theta$ легко получить из (20). Наиболее заметны из рассеянных скоплений Плеяды (рис. 102) и Гиады в Тельце, Ясли в созвездии Рака, двойное скопление χ и η Персея (см. рис. 99), Волосы Вероники. Сейчас известно около 1000 рассеянных скоплений, подавляющее большинство которых видно только в телескоп ***). Всего в Галактике, вероятно, ~ 15 тысяч таких скоплений. Каждое скопление состоит из десятков, а иногда из сотен звезд. Диаметры скоплений — в среднем от 2 до 20 *пс*. Больше всего их от 3 до 5 *пс*. Плотность — от 0,25 (для Гиад) до 80 звезд на 1 кубический *пс* (в центре NGC 6705). Пространственная плотность звезд вблизи центра скопления такова, что для наблюдателя там сверкало бы на небе около 40 звезд, в десятки раз более ярких, чем Сириус на нашем небе. Суммарные массы этих скоплений от $0,25 \cdot 10^3 M_\odot$ до $15 M_\odot$. Большая часть скоплений имеет массы от $0,5 \cdot 10^2$ до $2 \cdot 10 M_\odot$.

Рассеянные скопления характеризуются большой галактической концентрацией, т. е. располагаются в основном вблизи средней плоскости Галактики. Изучение пространственного расположения рассеянных скоплений показало, что они находятся в спиральных ветвях Галактики. В некоторые скопления входят звезды главной последова-

*) Как и в случае метеорных потоков, сходящиеся в некоторой точке неба направления собственных движений звезд говорят о параллельном движении звезд в пространстве (ср. рис. 68).

**) Яркие звездные скопления, галактические туманности и галактики обозначают номерами одного из следующих каталогов: каталога Мессье (1784 г.) (например, M 101), Нового Общего Каталога (New General Catalogue) Дрейера (например, NGC 224) и двух дополнительных к нему томов Index Catalogue (например, IC 1214).

***) Их угловые размеры от $2'$ до $60'$.

тельности и желтые и красные гиганты, в другие — звезды главной последовательности, начиная с класса В, в иные только звезды главной последовательности без В-звезд и т. д.

Влияние притяжения ядра Галактики и соседних звездных облаков, взаимные притяжения звезд скопления приводят к тому, что постепенно звездное скопление рассеивается. При этом первыми покидают скопление звезды малой массы и малой светимости, которые от указанных



Рис. 102. Плеяды и диффузные туманности вокруг главных звезд скопления (карту см. на стр. 508).

выше причин приобретают бóльшую скорость. Эта скорость оказывается больше той предельной (критической), при которой действие силы притяжения всех звезд скопления еще способно удержать звезду в числе членов скопления. При средней плотности скопления $\rho < 0,093 M_{\odot} / \text{pc}^3$ оно может оказаться неустойчивым и распадаться. Оценки возраста рассеянных скоплений см. рис. 130.

Иной характер имеют *шаровые звездные скопления* (табл. 61, рис. 103). Это — скопления сферической или эллиптической формы. Известно уже 118 галактических шаровых скоплений, общее число звезд в них от $5 \cdot 10^4$ до $5 \cdot 10^5$ звезд, в большей или меньшей степени сгущенных к центру скопления. Большинство шаровых скоплений богато звездами-гигантами и сверхгигантами (кроме голубых). Расстояния до шаровых скоплений определяются по многочисленным открытым в них

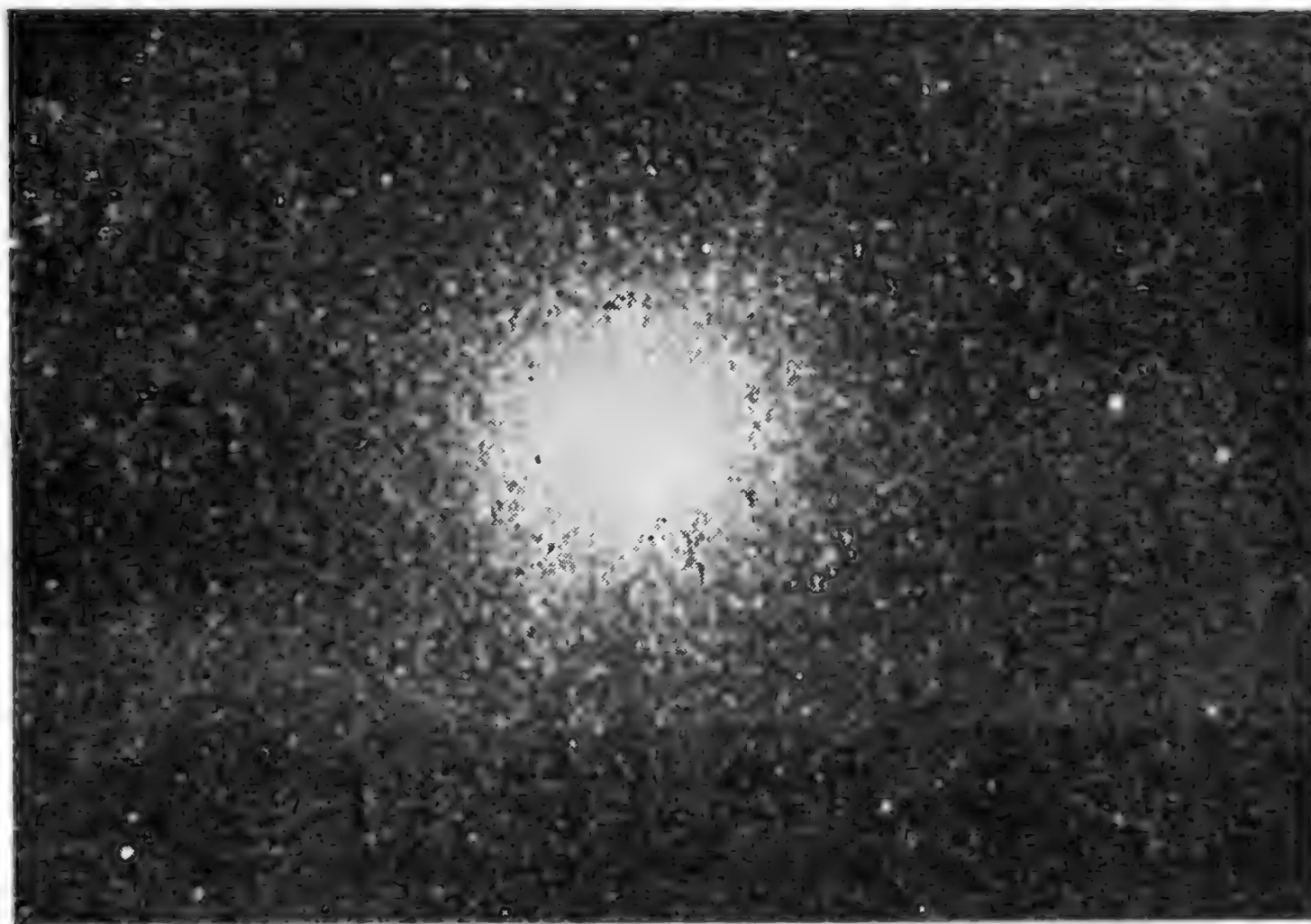


Рис. 103. Шаровое звездное скопление M13=NGC 6205 в созвездии Геркулеса.

короткопериодическим цефеидам. Диаметры этих скоплений заключены в пределах от 16 (NGC 4147) до 190 парсек (ω Cen), среднее значение ~ 30 пс. Интегральные светимости (абсолютные звездные величины) — от -5^m до -8^m . Интегральные спектры от A5 до G6, но для большинства скоплений — от F5 до G4. Пространственная плотность звезд в шаровом скоплении в тысячи раз больше, чем в окрестностях Солнца *). Она уменьшается пропорционально кубу расстояния от центра, где она в 100 раз больше средней плотности. В центре скопления наиболее яркие звезды давали бы освещение, какое дает у нас полная Луна. Шаровые скопления обнаруживают заметную концентрацию к области галактического центра, хотя отдельные скопления встречаются далеко от средней плоскости Галактики; все вместе они образуют систему сферической формы, центр которой совпадает с центром Галактики. Среднее расстояние шаровых скоплений от нас около 9 кпс; ближайшие: NGC 6553 Sgr 1,3 кпс, NGC 6539 Ser 1,5 кпс, NGC 6760 Aql 2,1 кпс. Всего в Галактике, вероятно, около 250 шаровых скопле-

*) Напомним, что средняя плотность в окрестностях Солнца — одна звезда на 10 кубических парсек.

ний. Они обнаружены также в некоторых других гигантских звездных системах. Например, в М 31 их открыто около 270 (АЖ 43, № 1, 231, 1966). В сборнике «Строение звездных систем», в статье «Звездные скопления» они подробно описаны; к статье приложены каталоги 514 рассеянных и 118 шаровых скоплений (см. также АЖ 1966, 181—192).

13. Звездные ассоциации

В 1947 г. акад. В. А. Амбарцумян обратил внимание на другой вид звездных группировок — звездные ассоциации, представляющие собой группы расположенных на сравнительно небольших расстояниях друг от друга О- и В-звезд. Этим группам было дано название *О-ассоциаций*. Их размер от 30 до 200 пс. Группировки неправильных переменных типа Т Тельца были названы *Т-ассоциациями*.

Наличие горячих О-звезд, излучающих огромное количество энергии, — «молодых звезд», — говорит о молодости О-ассоциаций. Их возраст оценивается в несколько миллионов лет — срок весьма малый по сравнению с «возрастом» всей нашей звездной системы (несколько миллиардов лет). Отсюда следует вывод, что звездные ассоциации представляют собой группы молодых звезд общего происхождения. В отношении некоторых ассоциаций считалось, что они могут быть неустойчивыми группами, поскольку взаимное притяжение между известными членами этих ассоциаций должно быть незначительным по сравнению с притяжением окружающих их звезд Галактики. Эта предполагаемая неустойчивость выдвигалась в качестве дополнительного свидетельства молодости ассоциаций. Ассоциации часто связаны с облаками межзвездной пыли и яркими галактическими туманностями.

В центре ассоциации часто находят двойные и кратные звезды и звездные скопления. Среди кратных выделяются кратные типы Трапеции Ориона (θ Ori). Все расстояния между компонентами такой кратной звезды — одного порядка.

Небольшой возраст ассоциаций свидетельствует о том, что процесс звездообразования происходит и в наши дни. Вопрос о происхождении и эволюции звезд, составляющих ассоциации, вопрос об эволюции ассоциаций (их возможная неустойчивость) подлежат дальнейшему изучению, поскольку, как оказалось, помимо О- и В-звезд ассоциации содержат много более слабых звезд и массы ассоциаций гораздо больше, чем предполагалось в первый период их изучения.

Переменные типа Т Тельца (или, точнее, представители более широкого класса орионовых переменных) в большом числе встречаются и в О-ассоциациях. Можно полагать, что «чистые» О-ассоциации — это те, в которых переменные типа Т Тельца (орионовы переменные) еще не открыты (так как они много слабее чем О-звезды), а «чистые» Т-ассоциации — это те, в которых О-звезды уже успели превратиться в звезды более поздних классов (имеются, например, ассоциации, в которых наряду с орионовыми переменными находятся В-звезды).

Ассоциации горячих звезд уверенно отождествляются в спиральных ветвях некоторых близких галактик.

14. Галактические туманности

Видимые даже простым глазом туманности в созвездиях Андромеды и Ориона принадлежат к двум совершенно различным классам. *Газовые*, или *диффузные* туманности, подобные туманности Ориона



Рис 104 Диффузные туманности в созвездии Ориона: NGC 1977 вверху, М 42 и М 43 внизу. Север вверху. (Менисковый телескоп. Алма-Ата).

(рис. 104), имеют неправильную форму. Они называются также *галактическими* туманностями и представляют собой облака межзвездной

пыли и газов, освещенные яркими, наиболее горячими и массивными звездами, которые расположены поблизости или даже внутри самих облаков. Бывают туманности со спектром поглощения, другие обнаруживают спектр излучения (эмиссионный). В этом случае имеет место не только отражение света звезды туманностью, но и свечение вещества туманности, «возбужденного» излучением звезды. Имеются также светящиеся облака, лишенные освещающих их звезд. Их свечение может явиться следствием столкновения молекул и мелких частиц при встрече и взаимопроникновении двух облаков темной пылевой материи.

В 1945—1955 годах акад. Г. А. Шайн с помощью светосильных камер и особых светофильтров с узкой полосой пропускания возле водородной линии H_α открыл существование многих новых, до тех пор не известных водородных туманностей. Они совершенно не видны на обычных фотографиях (рис. 105). Кроме чисто водородных туманностей, Г. А. Шайн и В. Ф. Газе на Крымской астрофизической обсерватории открыли новые газовой-пылевые туманности. В сущности говоря, название «галактические туманности» мало удачно, так как газовые туманности имеются также в других галактиках. Так, например, в состав Большого Магелланова Облака входит гигантская газовая туманность, известная под названием 30 Золотой Рыбы или «Тарантул». На расстоянии туманности Ориона она занимала бы видимую площадь всего этого созвездия; от ее блеска предметы на Земле давали бы заметные тени.

Разновидностью газовых туманностей являются так называемые *планетарные* туманности (рис. 106). Это мало удачное название было дано потому, что некоторые из этих туманностей в телескоп несколько



Рис. 105. Водородная туманность IC 1396; сверху — снимок в фотографических лучах, внизу — в лучах линии H_α (получены Г.А. Шайном и В. Ф. Газе на КрАО). Сторона каждого снимка 175'

напоминали зеленоватые диски Урана и Нептуна. Они представляют собой весьма разреженную газовую оболочку, светящуюся под

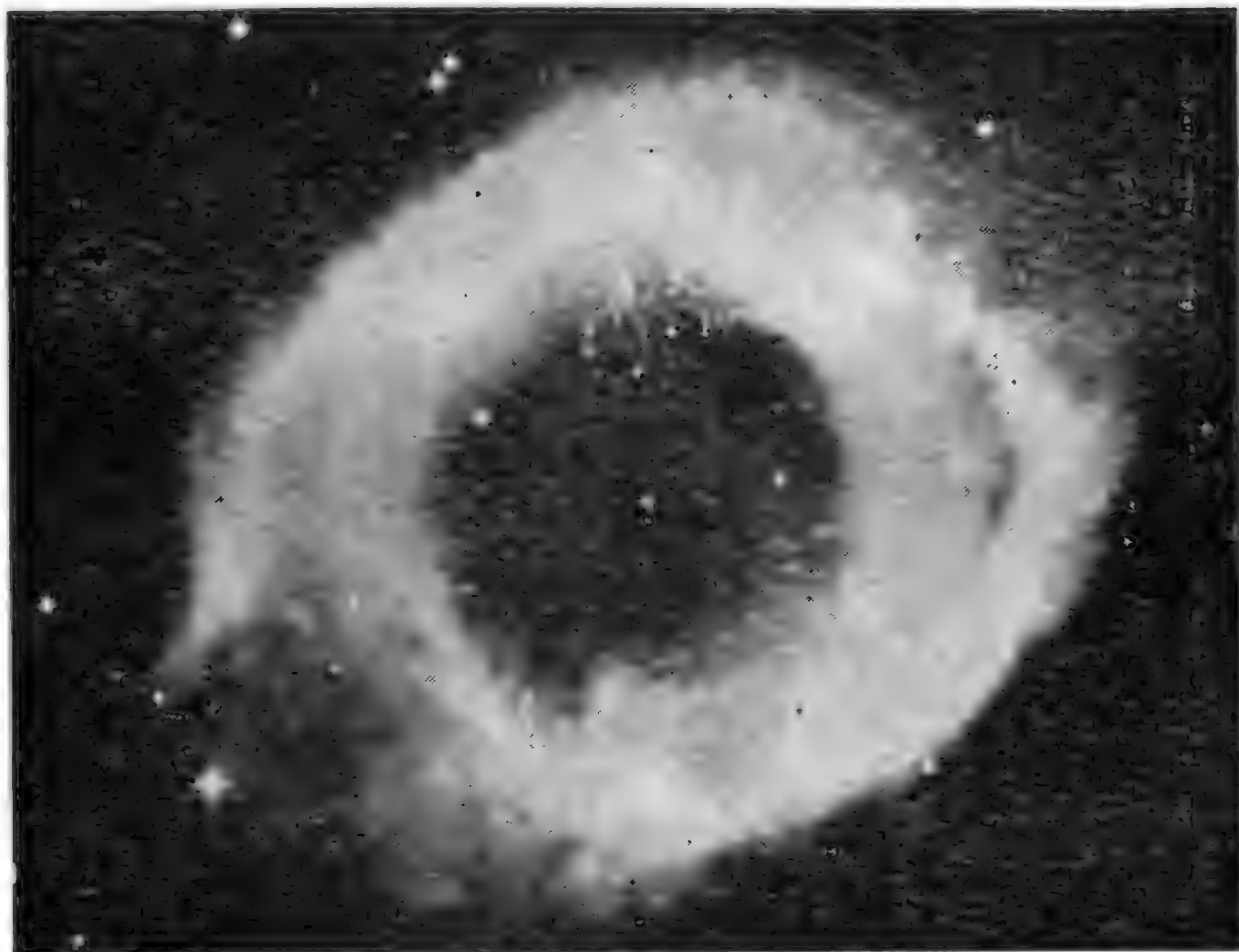


Рис. 106. Планетарная туманность NGC 7293 в созвездии Водолея. Расстояние до нее около 300 световых лет. Видимый диаметр 15', линейный диаметр 1,3 светового года.



Рис 107. Спектральный снимок планетарной туманности NGC 6720 в созвездии Лиры. Диаметр 70".

действием излучения слабой, но очень горячей ($50\,000$ — $100\,000^\circ\text{K}$) звезды, находящейся в ее центре.

Эти туманные оболочки похожи на те, которые с большими скоростями сбрасываются новыми звездами во время вспышек. И оболочки

новых звезд, и оболочки планетарных туманностей расширяются во все стороны. Грубая модель планетарных туманностей — это сферически-симметричная оболочка. Однако большое число разнообразных



Рис. 108. Газово-пылевая туманность NGC 7000 «Америка» (слева) и газовая туманность IC 5067 «Пеликан» (справа). Между ними — темная туманность. Размер по горизонтали 3° (снимок получен на менисковом телескопе в Алма-Ате).

форм этих туманностей не укладывается в рамки этой модели. Если плотность такой сферической оболочки невелика, то она представляется нам в виде кольца, так как в этом случае луч зрения, касательный к оболочке шаровой формы, пронизывает большую толщу светящейся

материи. На снимке, полученном с объективной призмой, видны отдельные монохроматические изображения планетарной туманности в различных лучах (рис. 107). Диаметры планетарных туманностей



Рис 109 Область около темной туманности «Конская голова» близ ζ Ориона. Север вверху. Горизонтальная сторона снимка $74'$. Вверху слева — темная туманность «Италия» (Фотография получена в красных лучах на менисковом телескопе Горной обсерватории АН Казахской ССР в Алма-Ате).

составляют от 3000 а. е. до нескольких световых лет. Массы их меньше $0,2 M_{\odot}$. Известно более 700 планетарных туманностей и каждый год открывают все новые. Удаленные объекты имеют звездоподобный вид и обнаруживаются по спектру, состоящему из отдельных ярких точек

(линий) на слабом фоне непрерывного спектра. Такие спектры хорошо заметны на снимках, снятых с объективной призмой. Всего в Галактике, вероятно, несколько десятков тысяч планетарных туманностей. Совокупность планетарных туманностей характеризуется большой концентрацией к центру Галактики. Они испускают слабое тепловое радиоизлучение.

Особый класс галактических туманностей представляют собой упомянутые выше *темные* туманности. Они имеют большую галактическую концентрацию, — их особенно много в полосе Млечного Пути, где они ясно выделяются на ярком фоне звездных облаков в виде темных пятен и волокон (рис. 108 и 109). Темные туманности — это облака космической пыли, которая поглощает свет звезд, лежащих за нею. Размеры частиц этой пылевой материи порядка $0,1 \text{ мк}$. Средняя плотность облаков космической пыли составляет 10^{-22} — 10^{-24} г/см^3 *).

В разных местах Млечного Пути, в частности, около туманности М 8, в яркой диффузной туманности, окружающей рассеянное скопление NGC 2244, и в туманности NGC 281 обнаружено несколько десятков крошечных темных объектов шаровой формы, названных *глобулами*. Они имеют диаметры от 10 000 до 35 000 а. е., а в NGC 2244 — даже меньше 4000 а. е. Некоторые исследователи полагают, что глобулы являются одной из форм образования звезд, возможно, что в настоящее время из них конденсируются звезды (о происхождении звезд см. стр. 194).

В табл. 62 дан список некоторых галактических туманностей различного типа.

15. Подсистемы и составляющие Галактики

Звезды и другие объекты, составляющие нашу Галактику (а также и другие звездные системы), могут быть разделены по их физическим особенностям на ряд *взаимопроницающих подсистем*, имеющих общий центр, но различные законы распределения в пространстве по отношению к этому центру и по отношению к средней плоскости Галактики и различную кинематику. Подсистемы выделяются по какому-либо физическому признаку; например, можно говорить о подсистеме переменных звезд типа δ Цефея, подсистеме звезд спектрального класса О, подсистеме темных туманностей и т. д.

По характеру своего распределения в пространстве и по средним пространственным скоростям входящих в нее объектов подсистема может принадлежать к одной из трех *составляющих* Галактики: *плоской*, *промежуточной* и *сферической*. В литературе можно встретить также термины: население I типа (соответствует плоской составляющей Галактики) и население II типа (сферическая составляющая). Так как у сферической составляющей преобладает концентрация к центру, а у плоской — к плоскости Галактики, то население II типа

*) Средняя плотность пылевой материи во всей Галактике составляет $0,02 \cdot 10^{-24} \text{ г/см}^3$.

преобладает в ядре Галактики (и других галактик), а I типа — в вет-
 вях спиральных галактик *).

Эти концентрации количественно характеризуются величинами m
 и l — градиентами плотности D : вдоль радиуса Галактики R и пер-
 пендикулярно к ее плоскости
 (вдоль координаты z):

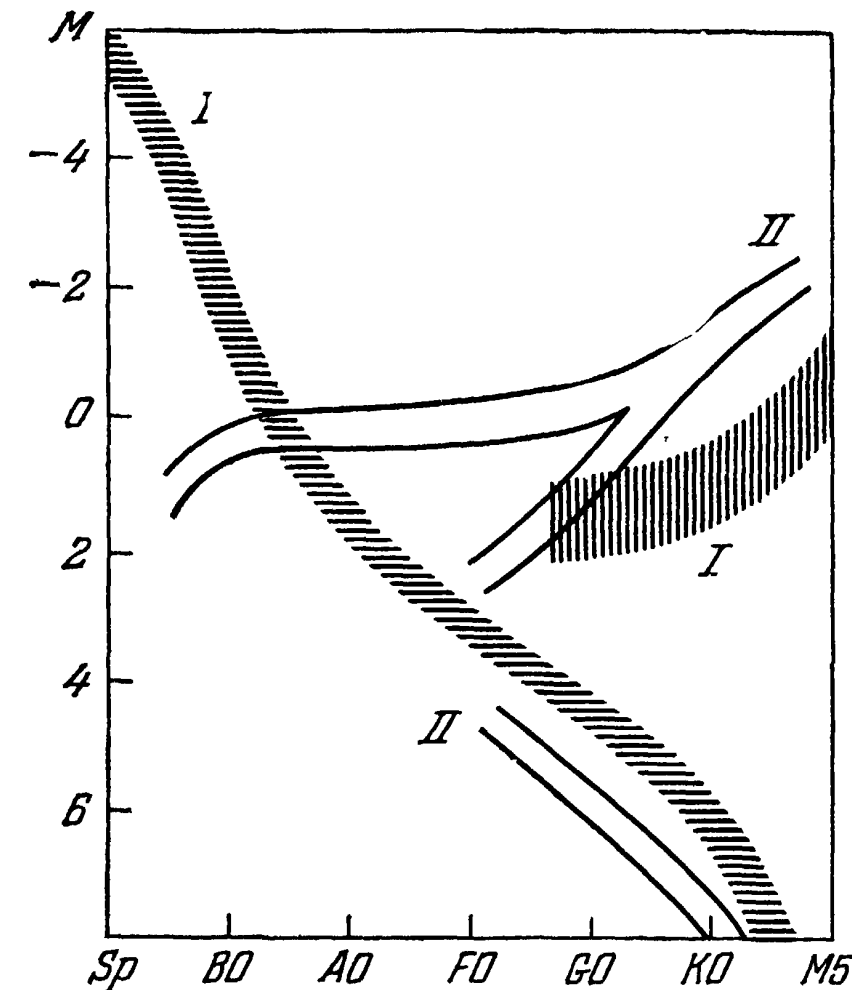


Рис. 110. Схема расположения на диаграмме
 Герцшпрунга — Рассела звезд населений I и II.

подсистемы и предполагаемое полное число N этих объектов (по П. П.
 Паренаго). Двоеточия отмечают неуверенные определения.

Т а б л и ц а X V
 Составляющие и подсистемы нашей Галактики

Составляющие и подсистемы	m	l	β	n	N
<i>Плоская составляющая</i>					
Долгопериодические цефеиды	0,11	9,86	44	500	30000
Звезды класса В	?	9,5	46	10000	150000
Рассеянные звездные скопления	0,11	8,2	53	500	33000
Звезды класса О	0,10	7,5	58	200	6500
Темные (пылевые) туманности	(0,16)	4,34	100	10000	10 ⁸

*) В последние годы наметилась более подробная классификация — деление
 на пять типов населения. См. об этом в книгах по звездной астрономии.
 **) Если бы температура и плотность воздуха не менялись с высотой, то при дав-
 лении 760 мм и температуре 0° С вся земная атмосфера имела бы высоту всего 8 км.
 Это и есть «высота однородной атмосферы».

Составляющие и подсистемы	<i>m</i>	<i>l</i>	β	<i>n</i>	<i>N</i>
<i>Промежуточная составляющая</i>					
Новые звезды	0,22	2,39	182	100	10 ⁶
Переменные типа RV Тельца	0,23	2,2	200	80	10 ⁴ —10 ⁵
Звезды классов R, N, неправ. перем.	(0)	4,3	100	130	13000
» » R, N, полупр. перем.	(0)	2,5	175	45	4500
» » R, N, постоянные	(0)	1,3	335	260	16000
Планетарные туманности	0,4	2,00	217	350	130000
Звезды класса S	0,14	1,20	360	90	5000
Белые карлики	0,36	(1,08)	(400)	250	5 · 10 ⁹
Долгопериодические переменные с периодом больше 200 ^d	0,26	0,86	500	3000	1,3 · 10 ⁶
<i>Сферическая составляющая</i>					
Долгопериодические переменные звезды с периодом 150—200 ^d	(0,26)	0,22	2000	300	10 ⁵
Короткопериодические переменные типа RR Лиры	0,27	0,22	2000	3000	170000
Долгопериодические цефеиды типа W Девы	0,25	0,2	2000	50	20000
Субкарлики	0,27	(0,17)	(2600)	300	10 ¹¹
Шаровые скопления	0,26	0,15	3000	100	250

16. Галактика. Ее форма, вращение

Исследование строения Млечного Пути и распределения в нем звезд, звездных скоплений и туманностей привели к выяснению формы Галактики. Наиболее плотная ее часть напоминает по форме двояковыпуклую линзу или карманные часы (объекты плоской составляющей) (рис. 111); она окружена облаком сферической формы (объекты сферической составляющей). Наше Солнце находится почти точно в средней плоскости Галактики на расстоянии около 10 000 *пс*, или 34 000 световых лет от центра системы, имеющей диаметр около 30 000 *пс* = 10¹⁸ км = 100 000 световых лет.

Строение нашей системы показывает ее сходство с внегалактическими спиральными туманностями (галактиками *).

В спиралях располагаются наиболее молодые объекты, О — В-звезды, диффузная материя, молодые скопления, звездные ассоциации и т. д.

На Крымской астрофизической обсерватории в 1949 г. В. Б. Никонов, А. А. Калиняк и В. И. Красовский с помощью электронно-оптического преобразователя впервые получили фотографию ядра

*) Ввиду сходства нашей Галактики с другими звездными системами (см. рис. 111 и 116) астрономы уже давно высказывали мысль о спиральном строении Галактики. Однако оптические данные о спиральной структуре были весьма неуверенны, и лишь изучение радиоизлучения нейтрального водорода на волне 21 см подтвердило спиральную структуру нашей звездной системы (см. рис. 125) (АК 1968, 181—194).

нашей Галактики. Фотографирование проведено в инфракрасных лучах (с длиной волны $9700 \text{ \AA}$) с выдержкой около получаса. На снимках отчетливо видно ядро сферической формы. Половина ядра совпадает с известным ярким облаком в созвездии Стрельца, а другая половина на обычных снимках не выходила, так как она загорожена облаками темной материи. Угловой диаметр ядра более 9° , что соответствует линейным размерам не менее 1200 пс . В самом центре ядра Галактики обнаружен интенсивный источник радиоизлучения (Стрелец А). Это свидетельствует о бурных процессах, происходящих в ядре

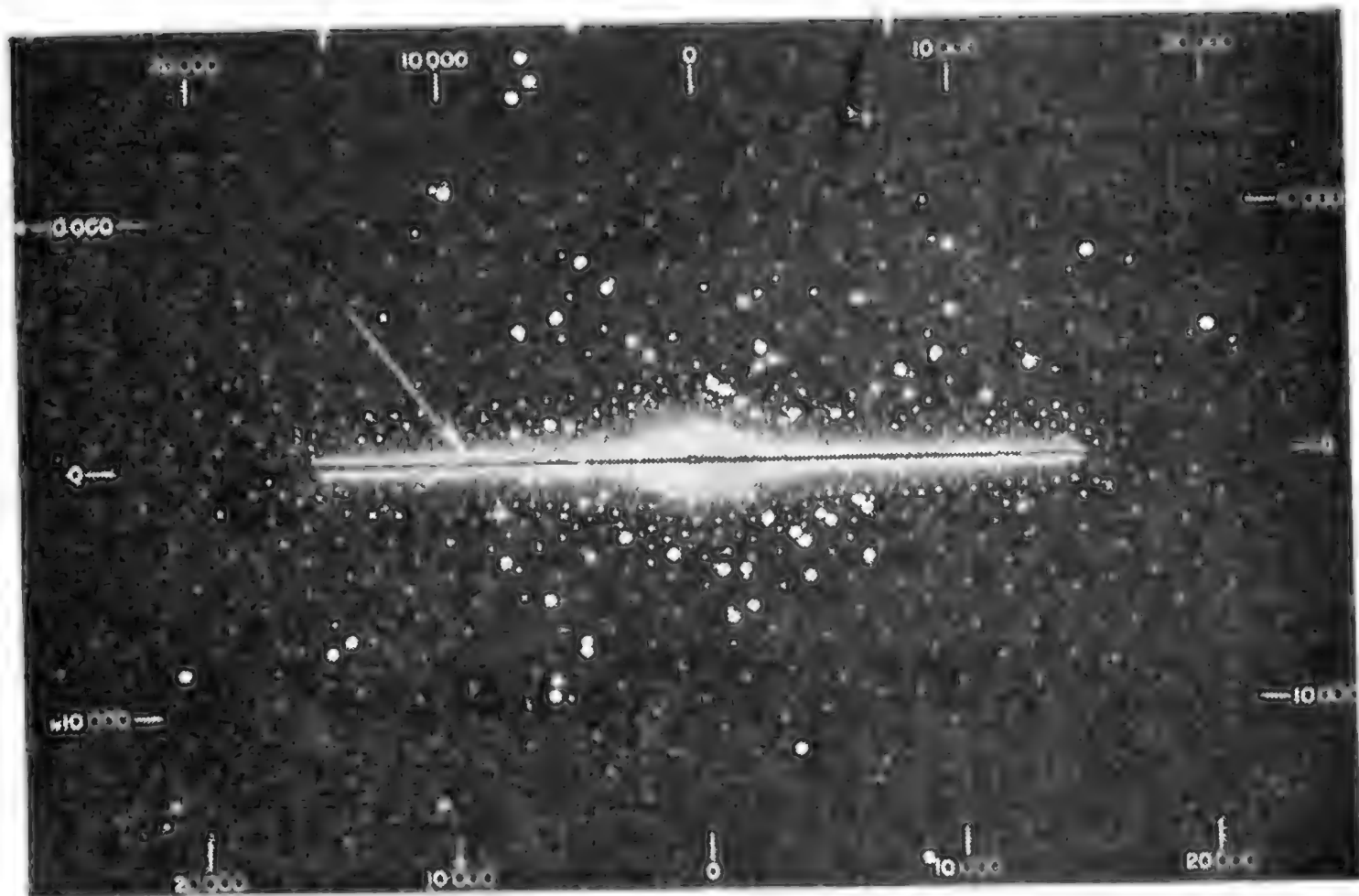


Рис. 111. Схема строения Галактики, рассматриваемой «с ребра». Стрелка отмечает положение Солнца. Большие белые точки — шаровые скопления. Темная полоса — тонкий слой поглощающей свет пылевой материи. Шкалы — в парсеках.

Галактики. Обнаружено также мощное истечение газа (со скоростью 50 км/сек) из центра Галактики.

Слой водорода, концентрирующийся вблизи галактической плоскости, увеличивает свою толщину к периферии Галактики и отклоняется от этой плоскости, как загнутые поля шляпы. Может быть, это результат взаимодействия газовой составляющей Галактики с межгалактическим магнитным полем.

Изучение звездных движений указывает на то, что вся наша звездная система вращается вокруг оси, перпендикулярной к средней плоскости Галактики. Однако Галактика вращается не как твердое тело; движения звезд в Галактике напоминают движения планет вокруг Солнца — чем дальше от центра вращения, тем медленнее движение. Солнце движется по своей орбите вокруг центра Галактики со скоростью 250 км/сек и совершает полный оборот примерно в 180 млн. лет . Участвуя в галактическом вращении, Солнце движется в направлении

созвездия Лебедя, а по отношению к окружающим его звездам — к *апексу*, находящемуся в созвездии Геркулеса (стр. 402). Общая масса Галактики $2 \cdot 10^{44}$ г $\approx 10^{11}$ масс Солнца, общее число звезд $\sim 2 \cdot 10^{11}$. Средняя плотность материи Галактики в окрестностях Солнца $1,06 \cdot 10^{-23}$ г/см³ или $\sim 0,15 \text{ } M_{\odot} / \text{pc}^3$.

17. Галактики

Внегалактические туманности или *галактики*, примером которых служит туманность Андромеды (рис. 112) (единственная галактика,



Рис. 112. Галактика в созвездии Андромеды (M31=NGC 224) с двумя спутниками (эллиптическая галактика M 32=NGC 221 — ниже M 31 и спиральная галактика типа SB0 NGC 205 — выше и правее). Север наверху.

видимая невооруженным глазом в безлунную ночь), представляют собой такие же звездные системы, как наша Галактика; некоторые из них обнаруживают большое сходство с Галактикой. По внешнему

виду различают: 1) *неправильные* Ir (3%), 2) *эллиптические* E (17%) и 3) *спиральные* S (80%) галактики, причем эллиптические галактики отличаются друг от друга степенью сплюснутости, а спиральные —



Рис 113 Классификация галактик (по Хабблу).

степенью развитости спиральных ветвей. Кроме того, спиральные галактики подразделяются на *обыкновенные* S и *перечеркнутые* (или

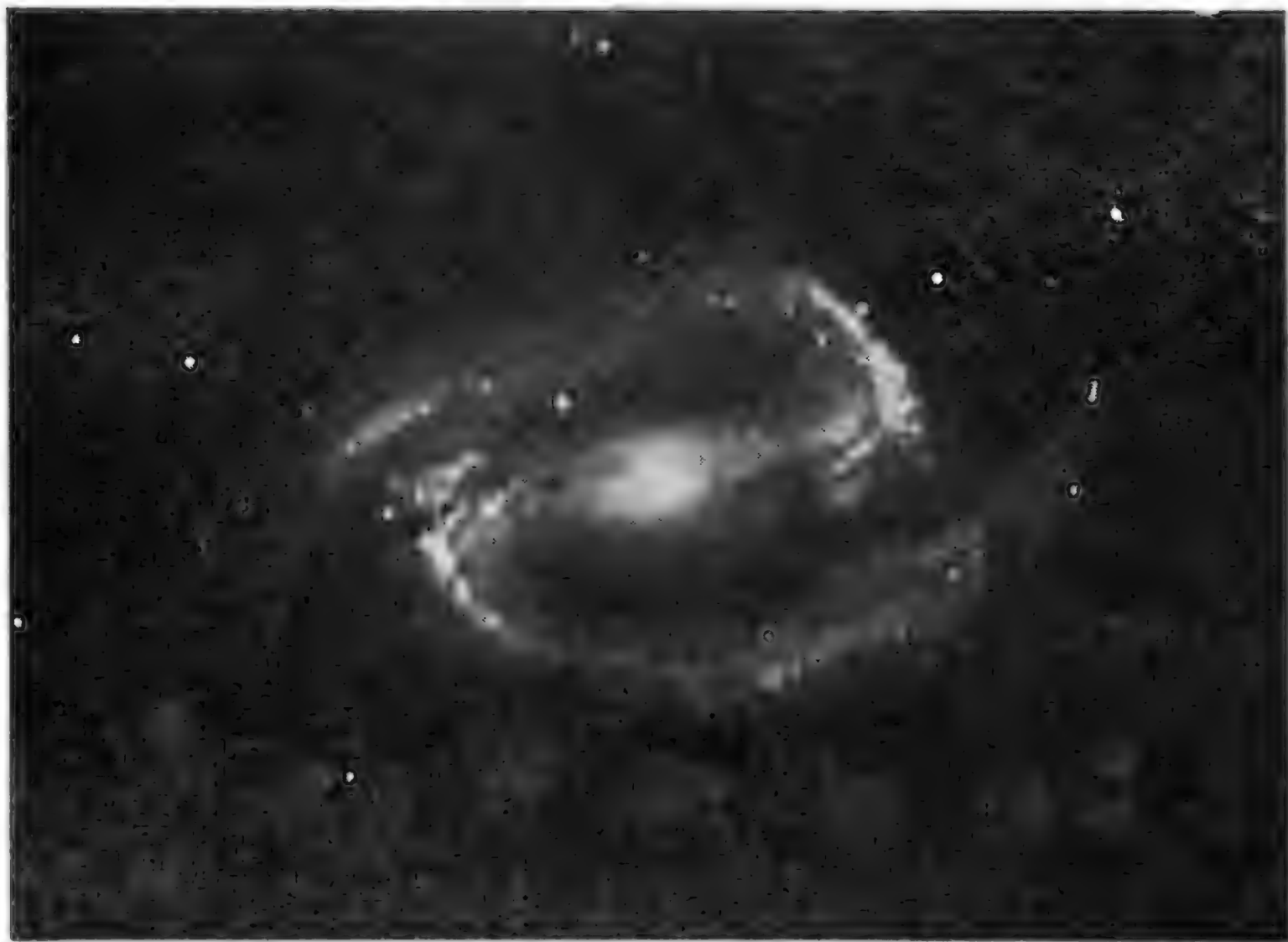


Рис. 114. Галактика типа SBb (или SBc) NGC 1300.

с *перемычкой*) SB. Рис. 114 дает пример галактики с перемычкой, спирали начинаются с концов перемычки. Внешний вид галактики зави-

сит от угла, который составляет наш луч зрения с экваториальной плоскостью системы. Некоторые из них мы видим «плашмя» (рис. 115),



Рис. 115. Спиральная галактика М 51=NGC 5194 в созвездии Гончих Псов, видимая «плашмя».

другие «с ребра» (рис. 116), большинство же мы рассматриваем под некоторым углом (см. рис. 112).

Сжатость эллиптической галактики обозначается дополнительной цифрой (от 0 до 7), а степень развитости ветвей спиральных туманно-

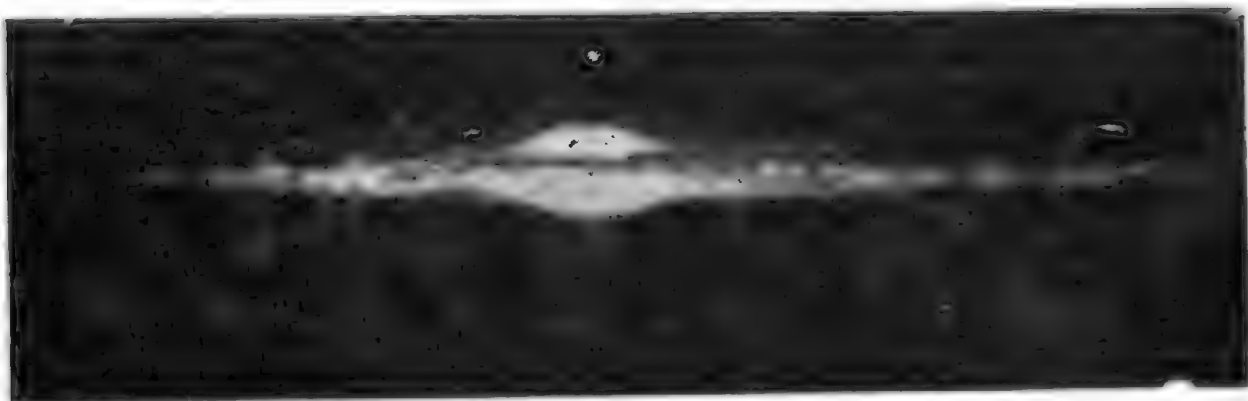


Рис. 116. Спиральная галактика NGC 4565 в созвездии Волос Вероники типа Sb, видимая с ребра.

стей обозначается дополнительными буквами, а, b или с. Индекс «с» характеризует хорошо развитые ветви, которые можно проследить

почти до самого центра ядра. Рис. 113 представляет схему первоначальной классификации Э. Хаббла (1926), которая в дальнейшем подвергалась уточнениям и улучшениям. Интегральный спектр галактики представляет собой результат взаимного наложения линий поглощения и эмиссионных линий звезд и межзвездного газа. Эквивалентный спектральный класс галактики зависит от того, какие звезды вносят

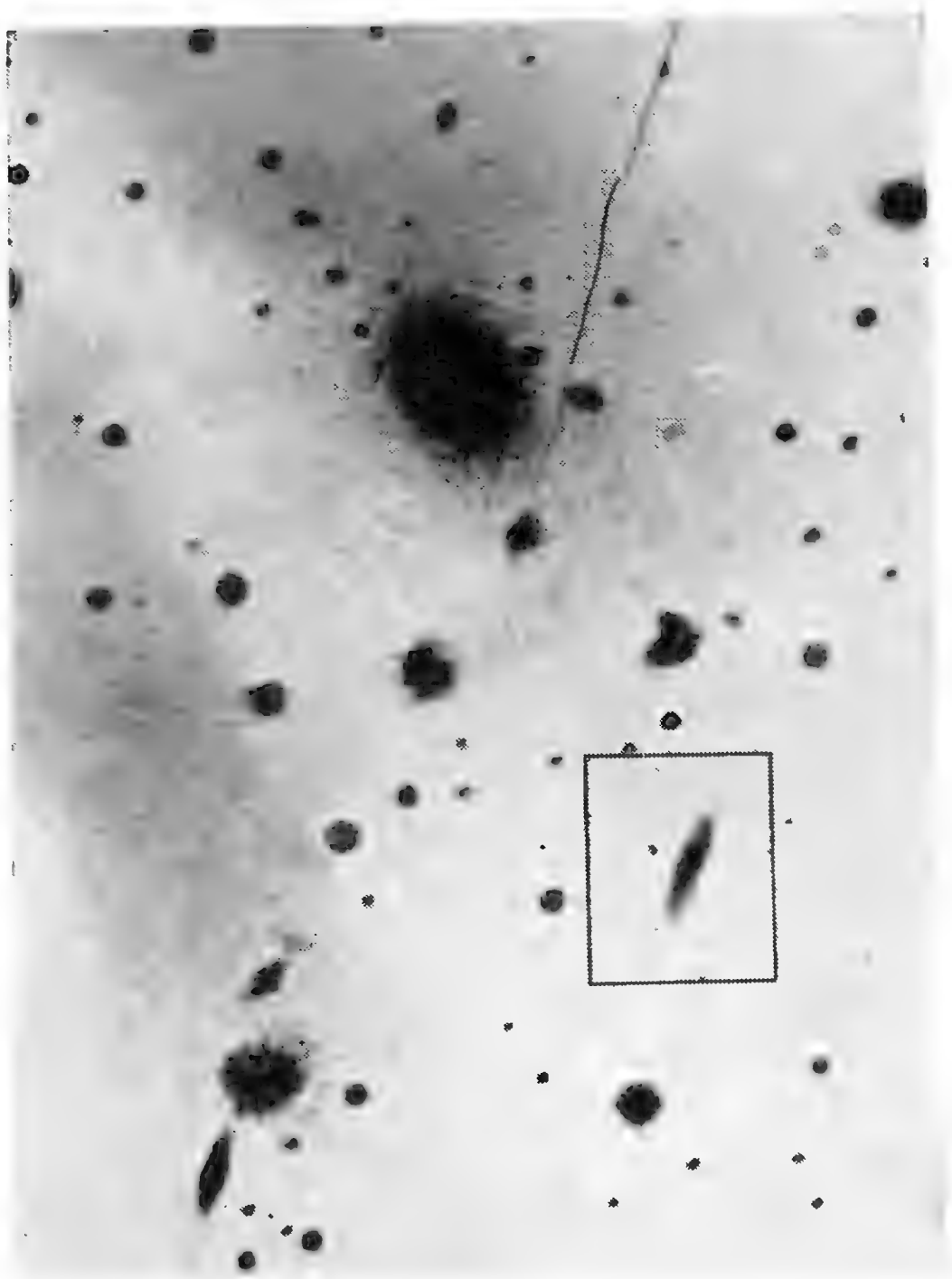


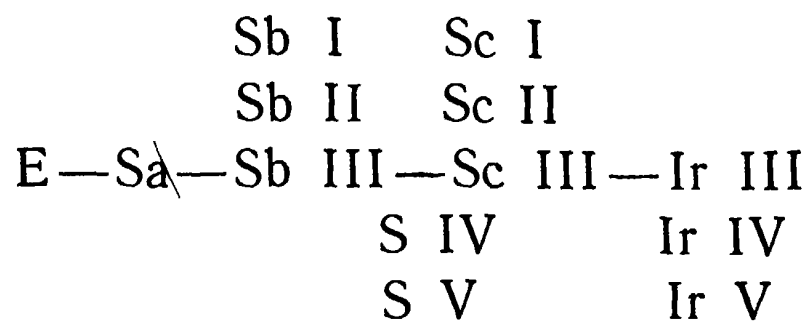
Рис 117. Самая большая из известных галактик NGC 6166 (выглядит как объект 12^m) по сравнению с NGC 224=M 31 в Андромеде, которая изображена в рамке такой, какой она была бы видна на расстоянии NGC 6166 (300 млн световых лет).

главный вклад в свечение галактики. Обозначения А-систем (AF-, F-, FG- и К-системы) указывают на преобладающее звездное население.

В. Морган (США) предложил классификацию галактик с помощью малых букв a, f, g, k, определяющих преобладающий спектральный класс, причем галактики типа a имеют довольно равномерное распределение яркости, а тип k отличается сильной концентрацией яркости в центре. Промежуточные спектральные классы соответствуют разным степеням концентрации.

Ван ден Берг предложил отмечать римскими цифрами I — V соответственно сверхгигантские (рис. 117), яркие гигантские, гигант-

ские, субгигантские и карликовые галактики. Схема классификации Ван ден Берга имеет следующий вид:



При этом указанные «классы светимости» галактик соответствуют следующим абсолютным величинам (в последнем столбце указаны относительные численности галактик всех типов, но различных классов светимости):

Классы	Пределы M_{ph}	Относит N число
I, I—II	—20 ^m 5— —19 ^m 5	1,9
II, II—III	—19,5— —18,5	12,4
III, III—IV	—18,5— —17,5	22,3
IV	—17,5— —16,5	21,8
IV—V	—16,5— —15,5	(55)

За единицу N принято число галактик типа Sc I, I—II.

Изучая близкие друг к другу *взаимодействующие галактики*, Б. А. Воронцов-Вельяминов (Москва) обнаружил разнообразные формы взаимного влияния звездных систем, выражающегося в искажении формы ветвей, в появлении перемычек и «хвостов» (рис. 118). Он открыл также новый тип небесных тел: в «гнездах» галактик, наряду с галактиками типов S0 и I, окруженных общим туманом, состоящими, по-видимому, из звезд, находятся громадные сгустки, свечение которых обусловлено ионизованным газом, а не звездами. Светимость и масса этих сгустков очень велики, их можно грубо оценить как —18^m,5 и 10⁶ $M_{\odot}$ соответственно. Не являются ли эти сгустки «предшественниками» галактик? Определены массы нескольких десятков галактик. Интегральная абсолютная звездная величина NGC 6166 оказалась равной — 22^m,0, а масса $\sim 1,4 \cdot 10^{13} M_{\odot}$; большинство галактик имеет M , равную $5 \cdot 10^{10}—10^{11} M_{\odot}$, карликовые галактики в сотни раз меньше.

Некоторые галактики имеют индивидуальные особенности, не предусмотренные ни одной из классификаций галактик. В четырехтомном «Морфологическом каталоге галактик», составленном в ГАИШ под руководством Б. А. Воронцова-Вельяминова, для каждой галактики ярче 17^m дано подробное описание всех ее особенностей *).

*) О радиогалактиках см. стр. 189—190.

При фотографировании галактик их размеры и внешний вид зависят от светосилы и размеров использованного инструмента и от продолжительности фотографической выдержки. Известно, что туманность Андромеды, которая в безлунную ночь имеет длину в $1\frac{1}{2}$ градуса для невооруженного глаза, на фотографиях, полученных с большими рефлекторами, имеет диаметр 3° , а с помощью фотоэлектрических фотометров прослеживается вдоль большой оси до $3\frac{1}{2}$ градусов от ядра.

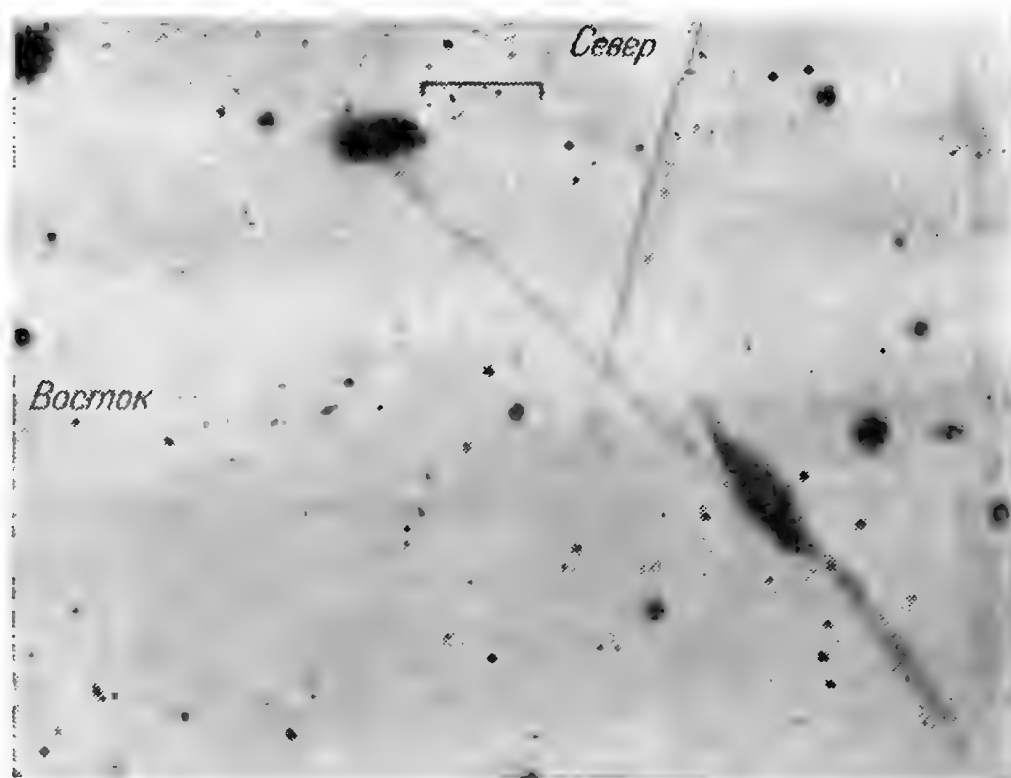


Рис. 118. Взаимодействующие галактики VV34 (т. е. № 34 в «Каталоге взаимодействующих галактик» Б. А. Воронцова-Вельяминова) Координаты 1950 года: $\alpha = 23^h 39^m$, $\delta = -3^\circ 56'$ (в созвездии Рыб).

В настоящее время доказано, что не только ветви спиралей, но и их ядра и эллиптические галактики состоят из звезд (рис. 119).

В спиральных галактиках в Андромеде, Треугольнике, Гончих Псах, а также в Магеллановых Облаках обнаружены многие черты, характерные для нашей Галактики. Так, например, в них были найдены переменные и новые звезды, газовые туманности и шаровые скопления. Оказалось, что цефеиды в галактиках подчиняются той же зависимости «период — светимость», что и переменные нашей системы *). Это, с одной стороны, свидетельствует о единстве законов природы в изученной области Вселенной, а с другой стороны, дает возможность определять огромные расстояния до галактик, в которых обнаружены цефеиды. Основным методом определения расстояний до галактик является метод *фотометрических параллакс*ов. Из сопоставления видимой звездной величины m каких-либо звезд, входящих в галактику, с абсолютной их величиной M , известной по аналогии с уже изученными звездами нашей Галактики (например, со сверхгигантами, новыми и сверхновыми в максимуме блеска, цефеидами и другими

*) Впервые эта зависимость была обнаружена у цефеид Малого Магелланова Облака.

переменными звездами), получается величина $m-M$ — модуль расстояния (стр. 129), которая позволяет уверенно оценивать удаленность галактики. Для более далеких галактик интегральные m и M всей галактики служат для определения ее модуля расстояния.

Почти для тысячи галактик были определены смещения линий в спектрах — их лучевые скорости. У подавляющего большинства



Рис. 119. Эллиптическая галактика $M\ 32=NGC\ 221$, разрешенная на звезды В Бааде в 1944 г

этих галактик обнаружено смещение линий в красную часть спектра, причем чем слабее туманность (что в среднем соответствует большему расстоянию от нас), тем это так называемое «красное смещение» больше (рис. 120). Оно является следствием эффекта Доплера — галактики как бы разбегаются во все стороны; при этом оказывается, что лучевая скорость галактики тем больше, чем галактика от нас дальше (табл. 66). Зависимость «скорость — расстояние» имеет приблизительно линейный вид, т. е. скорость прямо пропорциональна расстоянию, причем на

каждый миллион парсек (т. е. на мегапарсек) положительная лучевая скорость увеличивается приблизительно на 100 км/сек или 31 км/сек на 1 млн. световых лет. Наибольшая известная скорость скопления галактик составляет $140\,000\text{ км/сек} = 0,46\text{ с}$ (с — скорость света), что соответствует расстоянию в 5—6 млрд. световых лет.

Описанная зависимость дает возможность довольно уверенно оценивать расстояния удаленных галактик по их лучевым скоростям.

«Разбегание» галактик и вытекающее из него «красное смещение», возможно, являются свойствами лишь определенной области беско-

нечной Вселенной и лишь в определенную эпоху. Расширение может смениться сжатием, также ограниченным во времени. Последние данные говорят о том, что само это расширение происходит в настоящее время с замедлением.

В табл. 65 собраны данные о ближайших соседях нашей звездной системы, образующих *Местную группу галактик*. Наиболее удаленная от нас галактика Местной группы отстоит примерно на 480 000 пс от Солнца, в то время как следующая галактика находится на расстоянии более чем 1 500 000 пс. Среднее расстояние между галактиками примерно на порядок (т. е. в 10 раз) больше их средних размеров. Местная группа состоит из 16 членов: четырех спиральных галактик (включая нашу Галактику), двух эллиптических, пяти неправильных типа Большого (рис. 121) и Малого Магеллановых Облаков *) и пяти неправильных эллиптических туманностей. Возможными членами группы являются еще семь галактик (из них три спиральные и три неправильные), также помещенные в табл. 65 **). Кроме того, вдали от Галактики обнаружено пять шаровых скоплений, которые ей не принадлежат, но также входят в Местную систему. Можно думать, что наша Галактика образует вместе с Магеллановыми Облаками тройную систему (такие нередко встречаются во Вселенной). Компоненты таких кратных систем галактик часто обнаруживают следы взаимных влияний: искажение формы, соединяющие

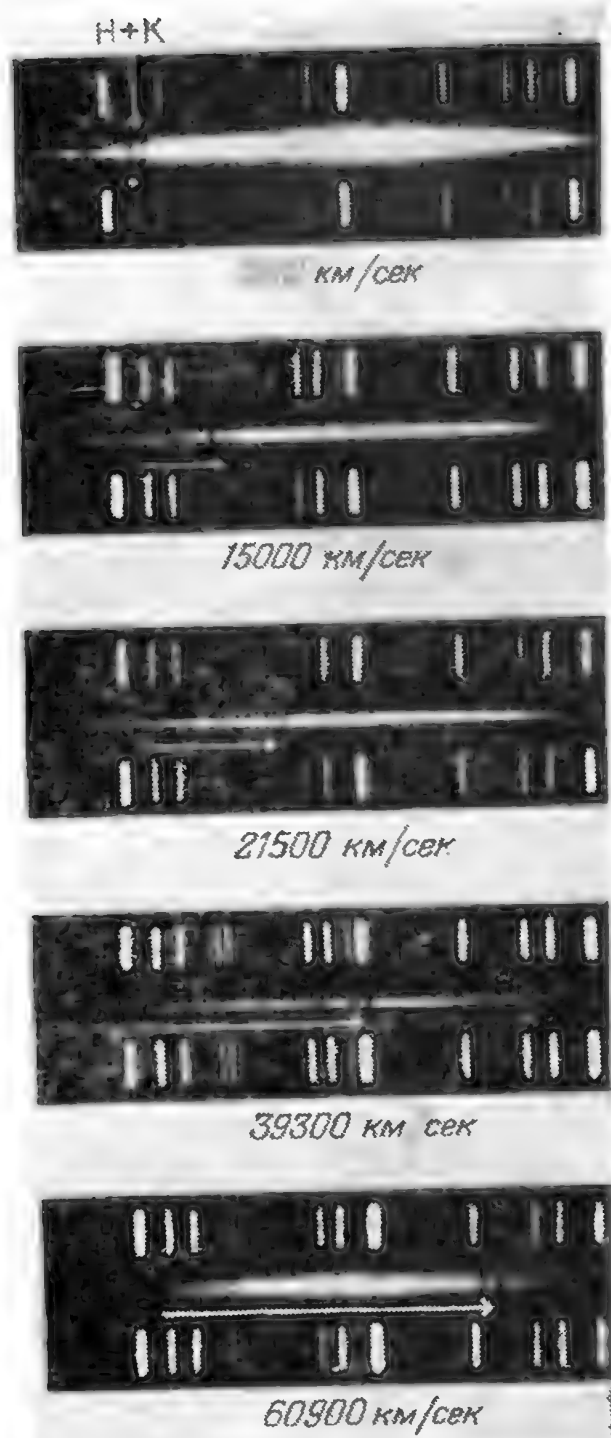


Рис. 120. «Красное смещение» в спектрах галактик.

*) Сами Магеллановы Облака, возможно, относятся к спиральям типа SB.

**) Млечный Путь непрозрачен для света галактик. Поглощение в нем образует так называемую «зону избегания Хаббла», в которой не видно галактик. Безусловно, среди закрытых от нас галактик имеются и неизвестные нам члены Местной группы (и даже, может быть, яркие ее члены).

их «рукава», «хвосты», состоящие также из звезд и т. д. (рис. 122 и 118).

В табл. 66 дан список ближайших групп галактик.

Относительно окружающих галактик наша Галактика движется со скоростью 210 км/сек в направлении, которое в настоящее время определяется положением созвездия Единорога.

Современные телескопы позволяют обнаружить (фотографическим путем) более миллиарда галактик ярче 23^м. На картах Паломарского



Рис. 121. Большое Магелланово Облако — спутник Галактики.

атласа можно увидеть несколько тысяч богатых скоплений (облаков) галактик *), как бы образующих более сложные системы во Вселенной. Некоторые из них приведены в табл. 66 (НиЧ, 1966, 312—325).

На рис. 123 показано распределение по небу 78 000 галактик в области, охватывающей около 0,1 всего неба. Заметна тенденция к образованию отдельных групп и скоплений галактик. Самые удаленные галактики, которые еще можно сфотографировать, расположены на расстоянии нескольких миллиардов световых лет **). Иногда область Вселенной, доступную наблюдениям, называют *Метагалактикой* ***), но подчеркивают, что это не какая-то сверхсистема, а лишь объем пространства со всем, что его наполняет. С точки зрения космологии правильнее было бы сказать, что Метагалактика — это совокупность

*) Каталог Эйбелла 1958 г. содержит 2712 богатых скоплений.

**) Радиотелескопы позволяют регистрировать радиоизлучение от галактик, удаленных от нас до 10 млрд. световых лет (см. ниже).

***) НиЧ, 1962, 383—405, А. Л. Зельманов. Метагалактика и Вселенная.

галактик и их систем, часть которых занимает всю охваченную наблюдениями область пространства. Иногда все пространство до 20 *Мпс*, включая большое скопление галактик в Деве, называют Местной Метагалактикой. Если Метагалактика пространственно ограничена, то, вероятно, существуют и другие метагалактики. Число доступных обнаружению галактик в настоящее время оценивается в ~ 1 миллиард.



Рис 122 Группа из пяти галактик (NGC 7317—7320) в созвездии Пегаса — «квинтет Стефана» (открыт им в конце XIX в)

Были попытки (Ж. де Вокулер) выявить в Метагалактике *сверхгалактику* с центром в скоплении галактик в Деве, определить ее размеры (диаметр 30 *Мпс*), расстояние до центра (10 *Мпс*), период вращения (от 50 млрд. лет близ ее центра до 200 млрд. лет на расстоянии нашей Галактики) и массу ($10^{159} M_{\odot}$). Однако эту проблему нельзя еще считать решенной и мы пока ограничимся сказанным.

Новые мощные астрономические инструменты и новые методы наблюдения все увеличивают область Вселенной, доступную изучению. Вселенная безгранична в пространстве и не ограничена во времени — не было начала и не будет конца ее существованию. Меняются лишь формы существования материи. Она движется в том круговороте материи, о котором писал Энгельс: «...круговорот, в котором каждая конечная форма существования материи — безразлично, солнце или туманность, отдельное животное или животный вид, химическое

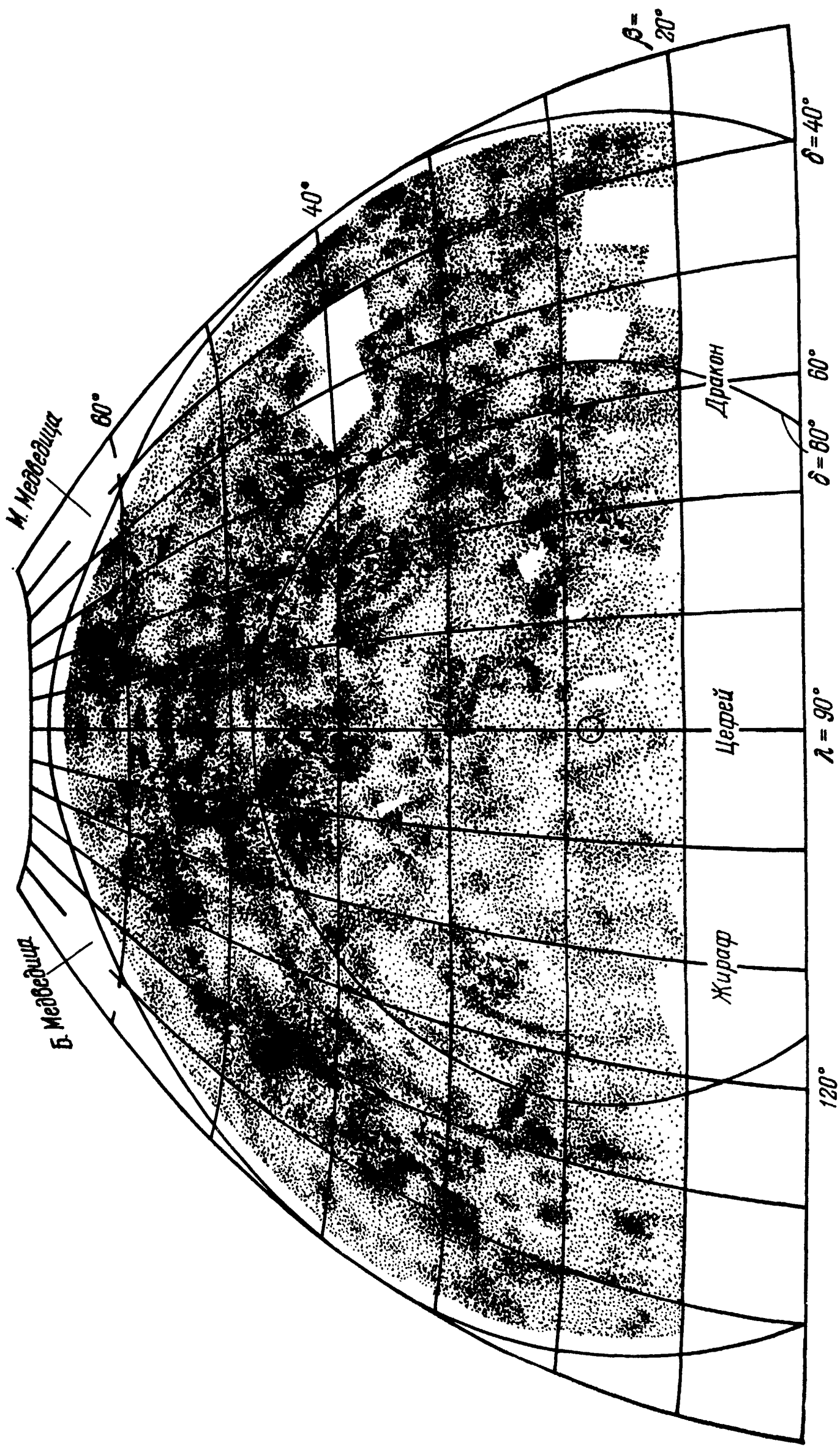


Рис. 123. Облака галактик. Распределение 78 000 галактик на площади в 3600 кв. градусов. Кругом отмечен Северный полюс мира (его галактические координаты $l=90^\circ$, $b=+28^\circ$). Названия созвездий отмечают только направление их расположения относительно полюса, а не их места на небе. Белые пятна справа — неисследованные площадки.

соединение или разложение — одинаково преходяща и в котором ничто не вечно, кроме вечно изменяющейся, вечно движущейся материи и законов ее движения и изменения» (Диалектика природы, 1950, стр. 18).

Современная астрономия служит прекрасным свидетельством необычайной мощи человеческого ума, стремящегося познать закономерности окружающего его мира и заставить служить себе силы природы. Поразительны бездонные глубины небес, но не менее поразительны мощь, острота и изобретательность постигающего их человеческого разума. «Человеческой мысли потребовалось лишь несколько тысячелетий, чтобы проникнуть туда, куда свет доходит лишь в сотни миллионов лет» (А. А. Михайлов).

18. Радиоастрономия

Почти с самого начала развития радио стало очевидным, что ионосфера (стр. 43) сильно влияет на распространение радиоволн (ЗиВ, 1966, № 1, 2—9). Отражая длинные радиоволны, ионосфера позволяет

осуществлять радиосвязь на больших расстояниях. Ионосфера испытывает изменения, зависящие от солнечной активности (стр. 61). На распространении радиоволн сказывается также наличие метеорных следов, состоящих из ионизованных газов земной атмосферы. Методами радиолокации можно, независимо от погоды и даже днем, вести наблюдения метеорных потоков, определяя высоту и скорость движения метеорных тел в верхних слоях атмосферы Земли, обнаруживая радианты «дневных потоков».

В 1931 г., изучая атмосферные помехи радиоприема, инж. Карл Янский (США) обнаружил радиоизлучение Млечного Пути. В 1942—1944 гг. было открыто радиоизлучение Солнца, и с тех пор началось исследование



Рис 124. Параболическая антенна радиотелескопа РТ 22 (диаметр 22 м) Горьковского института радиопизики.

радиоизлучения небесных тел. Оно ведется при помощи *радиотелескопов* — радиоприемников исключительно высокой чувствительности. Антенны радиотелескопов представляют собой либо ком-

бинацию так называемых *диполей* (немного похожих на приемные телевизионные антенны) либо *отражатели* с параболической поверхностью, иногда сплошной, иногда сетчатой (рис. 124). Общая площадь антенн может достигать тысяч квадратных метров — размеры, совершенно не доступные для оптических телескопов. Современные радиотелескопы *) работают на длинах волн от 1 мм до 30—60 м — в пределах «радиоокна» прозрачности земной атмосферы (стр. 265). Недостатком радиотелескопов долгое время была их низкая разрешающая способность (стр. 274), достигавшая даже у больших радиотелескопов лишь нескольких минут дуги. Однако в последние годы использование интерференционного метода (в особенности — автономно действующих компонентов интерферометров, разведенных на громадные расстояния) резко повысило разрешающую способность радиоастрономических наблюдений, с которыми теперь уже не могут соперничать оптические телескопы (она достигает величины $0'',0005!$).

В отличие от земной радиостанции, работающей на одной или ряде «несущих частот», модулируемых звуком или изображением (в телевидении), космическое радиоизлучение происходит хаотически на всех частотах. Это значительно усложняет прием космического радиоизлучения, так как нельзя настроиться на какую-либо одну определенную радиоволну того или иного космического объекта и приходится регистрировать интенсивность излучения в различных длинах волн радиодиапазона — изучать «радиоспектр» источника. Большинство источников имеет спектр, охватывающий весь радиодиапазон. Исключения составляют радиолинии различных атомов и молекул межзвездной среды. Наиболее важными радиолиниями являются линия нейтрального водорода с длиной волны 21 см (см. ниже), радикала OH^{**}) (четыре линии в диапазоне 18 см) и в самое последнее время H_2O (вода!) — волна 1,35 см.

В пределах Солнечной системы обнаружено радиоизлучение Солнца, Луны и всех больших планет, кроме Плутона. В радиоспектре Юпитера излучение на дециметровых волнах носит весьма нерегулярный характер и напоминает помехи от земных гроз.

В общем радиоизлучении Галактики обнаружены две составляющие. Одна показывает заметную галактическую концентрацию (стр. 158) и наличие максимума интенсивности в области центра Галактики. Источником этого радиоизлучения являются облака межзвездного водорода, ионизованного излучением близлежащих горячих звезд***). Другая составляющая не обнаруживает галактической концентрации. Она связана с излучением электромагнитных волн свободными электронами, движущимися с громадными скоростями в

*) Включая более сложные устройства, как «крест Миллса» и радиоинтерферометры (последнее время с громадными «базами» длиной в несколько сотен и тысяч км) и другие.

**) Концентрация OH : 1 молекула на 10^4 атомов H в центре Галактики и на 10^7 на периферии.

***) В диапазоне радиоволн длиннее 10 м Млечный Путь много «ярче» Солнца, тогда как в видимых лучах Солнце в $\sim 10^{11}$ раз ярче совокупности всех звезд.

магнитных полях, существующих в разреженной среде между облаками межзвездного газа.

Особое значение имеет радиоизлучение межзвездного атомарного нейтрального водорода на волне 21 см (частота 1420 Мгц) *), так как водород — наиболее распространенный элемент во Вселенной. Радионаблюдения нейтрального водорода (обозначается НІ) позволяют находить плотность, скорость движения в проекции на луч зрения, распределение в пространстве, а также температуру межзвездной среды (которая оказалась порядка 100° К). Эти наблюдения дали возможность проследить расположение спиральных рукавов Галактики

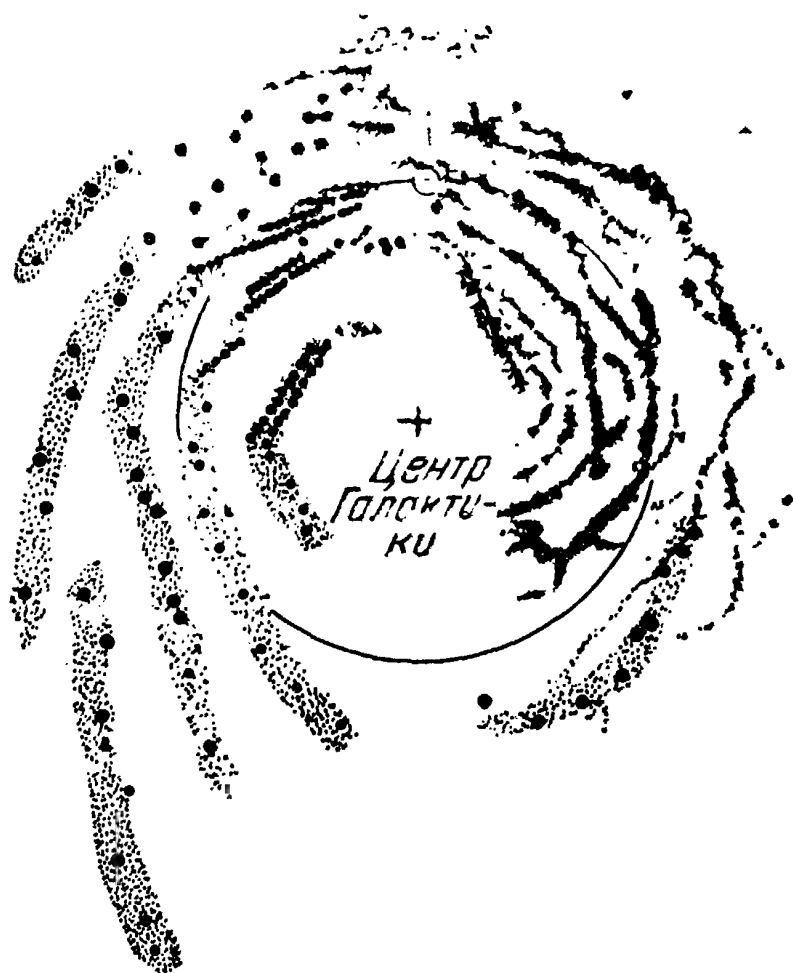


Рис. 125. Распределение нейтрального водорода в Галактике

(рис. 125), определить скорость вращения на различных расстояниях от центра Галактики. Излучение на волне 21 см не поглощается межзвездной пылью, что дает возможность проникать далеко в область ядра Галактики и даже по другую сторону от него.

Помимо указанного общего радиоизлучения Галактики в настоящее время известно более 8 тысяч отдельных интенсивных источников радиоизлучения, имеющих столь малые угловые размеры, что эти источники получили название *точечных* или *дискретных источников радиоизлучения*. Распределение их по небу и другие данные говорят о том, что хотя некоторые наиболее интенсивные источники лежат

в Млечном Пути, большинство дискретных источников связано с другими галактиками. Источники радиоизлучения галактического происхождения имеют угловые размеры до 20' и больше. Они были названы «радиотуманностями». Ряд радиотуманностей отождествлен с остатками оболочек, сброшенных во время вспышек сверхновыми звездами (стр. 155) в нашей Галактике. Таковы, например, Крабовидная туманность в созвездии Тельца (рис. 126), которая возникла в результате вспышки сверхновой звезды в 1054 г.**), слабая радиотуманность на месте сверхновой 1572 г. (так называемой «звезды Тихо Браге»)

*) Длина электромагнитных волн λ и их частота (число колебаний в секунду) ν связаны соотношением $\lambda\nu=c$, где c — скорость света. Частоты выражаются в герцах [1 герц (1 гц) равен одному колебанию в секунду], килогерцах (1 кгц = 10^3 гц), мегагерцах (1 Мгц = 10^6 гц), гигагерцах (1 Ггц = 10^9 гц).

**) В «Крабе» имеется источник меньше 0",1 в диаметре с $T > 10^{14}$ градусов; в радиодиапазоне около 12 м он вносит 80% в общее радиоизлучение туманности, в диапазоне около 7,9 м — 20%.

и т. д. Другие радиотуманности представляют собой обычные диффузные туманности (например, туманность Ориона), ионизованные горячими звездами. На 70% площади небесной сферы, изученной полностью на частоте 1420 МГц, существует 16 внегалактических источников, у которых m_{1420} ярче $8^m,6$ *). 14 из них отождествлены с оптическими

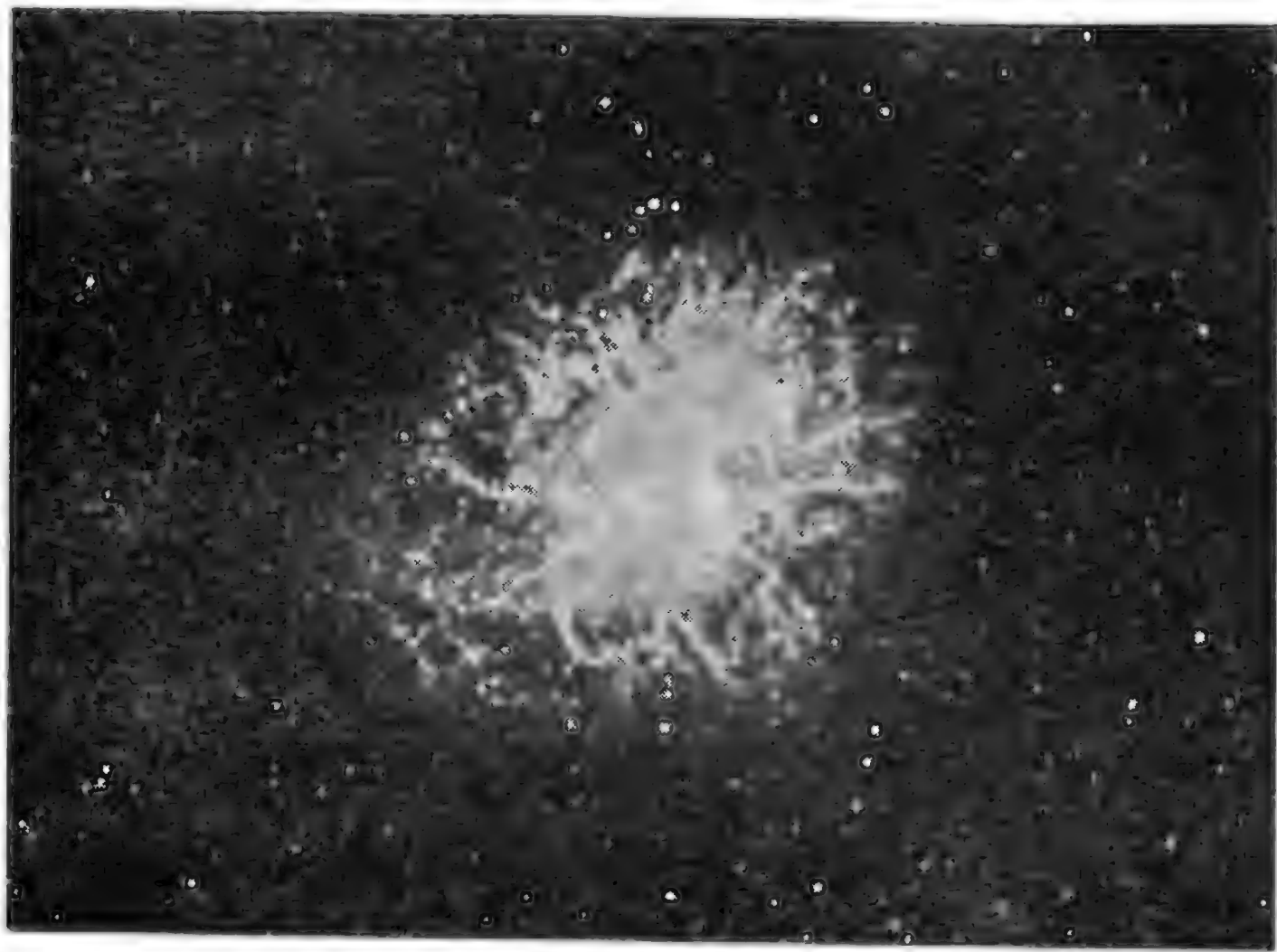


Рис. 126. Крабовидная туманность в созвездии Тельца, снятая в интервале длин волн $\lambda\lambda$ 6300—6700.

объектами, один источник — ЗС 273**) — квазар (см. ниже), другой источник — ЗС 405 связан с источником Лебедь А. Распределение по абсолютным величинам следующее:

1 слабый источник ($M_{1420} \sim -16^m$) — галактика Андромеды, 4 средних ($M_{1420} \sim -24^m$): Сеп А, NGC 4261, Vir А, For А, 3 интенсивных ($M_{1420} \sim -28^m$): ЗС 353, Pic А, Hyа А, 8 очень интенсивных ($M_{1420} \sim -32^m$): ЗС 273, Her А, ЗС 286 (Q?), ЗС 48, Cyg А, Boo А, ЗС 147 и ЗС 123.

Радиоизлучение внегалактического происхождения, приходящее от галактик и их скоплений, имеет различную природу у разных объектов. В основном это *нетепловое радиоизлучение* — излучение быстрых (так называемых *релятивистских*) электронов, движущихся в магнитных полях. Некоторые галактики выделяются среди других необычайно мощным радиоизлучением. В них имеются облака

*) Звездная величина, соответствующая частоте ν , вычисляется по формуле $m_\nu = -53,45 - 2,5 \lg S_\nu$, где S_ν — плотность потока ($вт/м^2$ гц).

**) То есть радиоисточник № 273 в 3-м Кэмбриджском (Англия) каталоге радиоисточников.

релятивистских частиц (электронов и протонов с энергиями во много миллиардов электрон-вольт). Эти облака с большой скоростью удаляются от центра галактики, одновременно быстро расширяясь. У галактики М 87=NGC 4486 на фотографии виден выброс, состоящий из нескольких голубых сгустков (рис. 127) — источников интенсивного радио- и оптического излучения этих релятивистских частиц. Есть радиогалактики, в которых источники радиоизлучения сосредоточены в самих ядрах. В центре нашей Галактики также находится интенсивный радиоисточник небольших угловых размеров и сложной структуры. Однако термином *радиогалактики* обозначают лишь такие, радиоизлучение которых в 10^3 — 10^6 раз превышает излучение нашей Галактики. Анализ их *радиоспектра* (т. е. изменения интенсивности с частотой)



Рис. 127. Галактика М 87=NGC 4486 с выбросом из голубых сгустков. Интенсивный источник радиоизлучения Vir A.

показал падение энергии радиоизлучения с повышением частоты. Для объяснения этой особенности предложен *синхротронный механизм излучения*, т. е. магнитно-тормозное излучение релятивистских электронов.

Табл. 64 А и Б дают списки наиболее интенсивных радиоисточников различного происхождения — галактических и внегалактических (объяснения в начале таблиц и в примечаниях к ним).

С 1963 г. стали открывать необыкновенные объекты, получившие в конце концов название *квазаров* (quasar — квазизвездный источник). В телескоп (или на фотографиях) почти все они неотличимы от звезд. Однако

по интенсивности радиоизлучения квазары сравнимы с самыми мощными радиогалактиками, состоящими из десятков миллиардов звезд, а в оптическом диапазоне они излучают в сотни раз больше, чем обычные галактики. Размеры квазаров (определенные радиоинтерферометрами) столь малы (часто менее $0'',1$!), что (в пересчете на время, в течение которого свет проходит поперечник квазара) составляют, возможно, много менее светового года (сравните с размерами галактик в 50—100 тыс. световых лет).

Квазары показывают самые большие из известных значения красного смещения линий в спектре и, таким образом, оказываются самыми далекими от нас объектами. Так, квазар ЗС 9 имеет доплеровское красное смещение $\Delta\lambda/\lambda$ больше 2, т. е. ультрафиолетовая область его спектра попадает в видимую область спектра! Его лучевая скорость более 240 000 км/сек! Надо отметить, что обычную формулу эффекта Доплера (стр. 269) $\Delta\lambda/\lambda = V_r/c$ при очень больших скоростях надо

заменить более сложной, вытекающей из специальной теории относительности Эйнштейна:

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{V_r}{c}\right)^2}}{1 - \frac{V_r}{c}} - 1 \quad \text{или} \quad V_r = c \frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^2 + 1}.$$

Эта формула удовлетворяет принципу, по которому никакая скорость в природе не может превысить некоторой предельной, с которой свет распространяется в вакууме ($\sim 300\,000$ км/сек). Для характеристики красного смещения (а отсюда и расстояния) теперь используют величину $z = \Delta\lambda/\lambda$, получающуюся из непосредственных измерений смещения линий в спектре. Связь z и V_r изображена на рис. 128, где показаны также места нескольких объектов из табл. 64.

Самый близкий квазар — ЗС 273 — находится на расстоянии около 1,5 млрд. световых лет ($z=0,16$, $V_r=48\,000$ км/сек). Он виден как звезда $\sim 13^m$, т. е. доступен наблюдениям с небольшим телескопом или на фотографиях. На рис. 129 дана карта окрестностей с несколькими звездами сравнения.

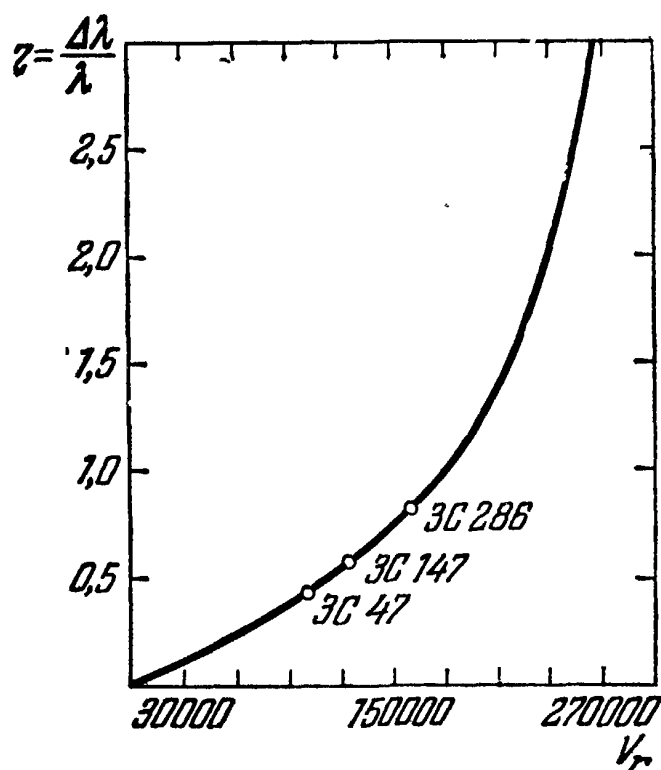


Рис. 128. Зависимость z от V_r .

Большой интерес представляет изучение колебаний блеска квазаров. В частности, квазар ЗС 273 обнаруживает колебания блеска, которые прослежены по старым пластинкам до 1890 г. За это время отмечены нерегулярные колебания блеска с амплитудой до $0^m,7$ и с циклами около недели и около 10 лет *).

Общее число квазаров до $19^m,7$ оценивается по снимкам в красных лучах Паломарского звездного атласа в 100 000. Хотя квазарам посвящено много исследований (см. стр. 377), природа их остается еще не разгаданной.

Изучены радиосветимости более 200 внегалактических объектов. Хотя дисперсия светимостей их очень велика, все же наметился плавный переход от нормальных галактик к радиогалактикам, а затем к квазарам, что, может быть, говорит в пользу космологической трактовки этой зависимости (иначе говоря, переходя от больших z к меньшим, мы переходим от объектов, какими они были раньше, к объектам более поздним и представляющим, может быть, более поздние стадии их эволюционного развития).

*) ЗС 273 испускает света в сотни раз больше, чем самые абсолютно яркие галактики, а радиоизлучение его больше, чем у самой мощной радиогалактики, причем излучают в радиодиапазоне звездообразное ядро этого квазара и длинный выброс, видимый на фотографиях. Кроме того, ЗС 273 — мощный источник рентгеновского излучения.

В 1965 г. в США были открыты слабые голубые объекты с очень большими z , но без заметного радиоизлучения. Их назвали в конце концов *квазизвездными галактиками* или, сокращенно, *квазагами*. Может быть, квазары являются представителями более многочисленного класса квазагов, но находящимися в фазе бурных изменений, сопровождающихся мощным радиоизлучением?

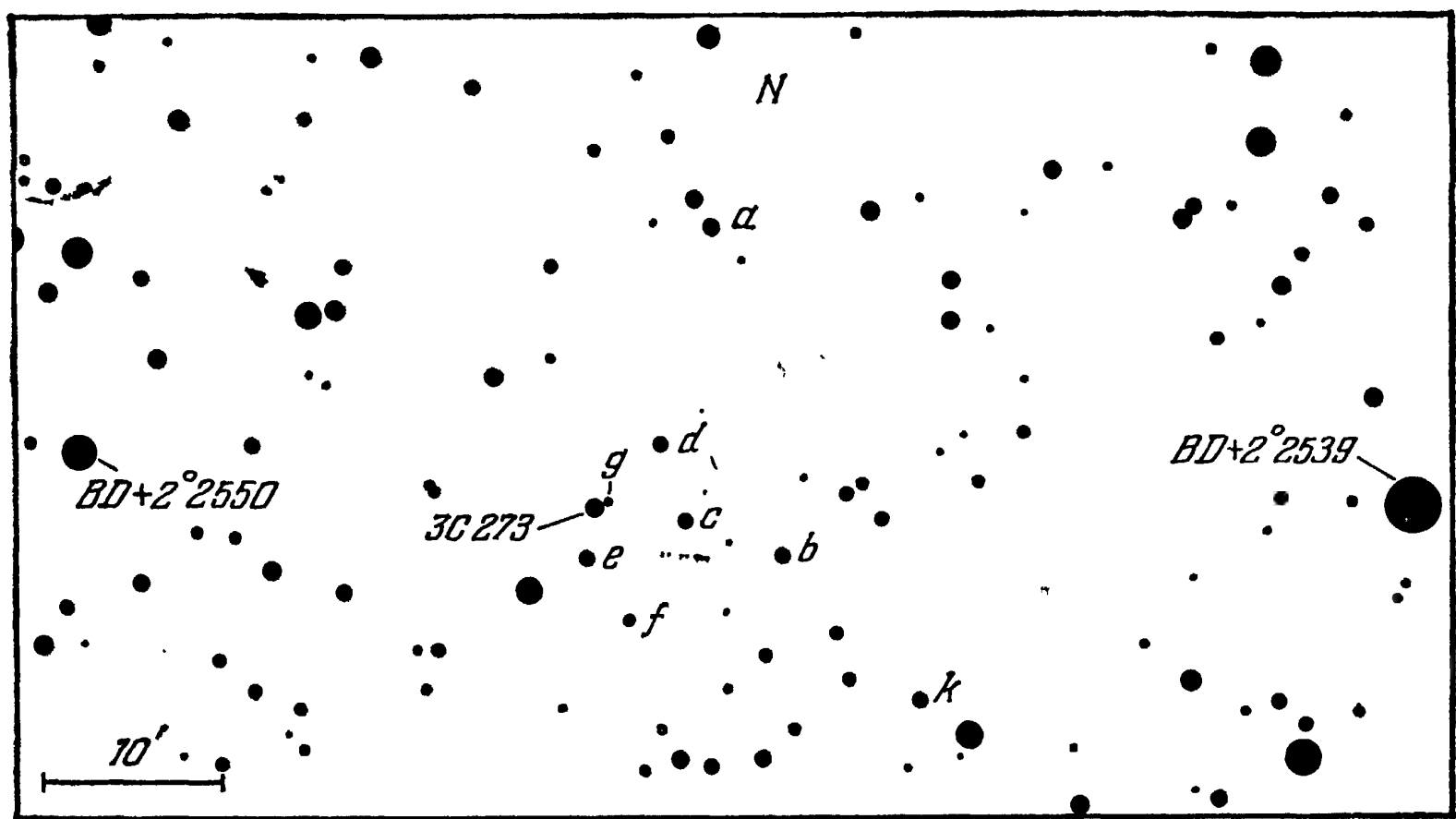


Рис. 129. Карта окрестностей квазара 3C 273.
Звездные величины и цвет звезд сравнения:

*	<i>k</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
<i>V</i>	10,33	11,72	11,76	12,13	12,51	12,58	12,76	13,38
<i>B</i> — <i>V</i>	+1,46	+0,66	+0,99	+0,44	+0,53	+0,66	+1,09	+0,61
<i>U</i> — <i>B</i>	+1,80	+0,13	—0,05	+0,59	—0,02	+0,10	+0,80	+0,11

Еще одно поразительное открытие было сделано в конце 1967 г. английскими радиоастрономами с помощью очень чувствительной и быстродействующей аппаратуры. Речь идет о *пульсарах* — объектах, радиоизлучение которых пульсирует с очень короткими периодами (первые четыре пульсара имели периоды 1^s,34, 0^s,25, 1^s,19 и 1^s,27), причем интенсивность потока изменяется в некоторых случаях на два порядка (в сто раз). В среднем ширина импульса порядка 40 миллисекунд (при этом восходящая ветвь длится несколько миллисекунд).

К началу 1971 г. открыто более 60 пульсаров. В табл. 64В даны основные сведения о них. Обозначения пульсаров включают букву Р, перед которой стоит сокращенное название обсерватории, на которой открыт пульсар (СР — Кэмбридж, Англия; НР — Национальная радиоастрономическая обсерватория, США; МР — Молонгло, Австралия

(когда координаты приближенные), AP — Аресибо, Пуэрто-Рико; PSR — Молонгло, Австралия (когда координаты точны); PP — Пушино, ФИАН СССР; HP — Гарвард, США; JP — Джодрелл Бэнк, Англия), и цифры, указывающие часы и минуты прямого восхождения. Некоторые радиообсерватории добавляют знак и число градусов склонения (см. табл. 64B).

Пульсары обнаруживают следующие закономерности:

1. Они показывают галактическую концентрацию ($\bar{z}=150$ пс), что говорит об их принадлежности Галактике. Однако есть пульсары и на высоких галактических широтах. Два найдены в областях, занятых остатками сверхновых.

2. С увеличением периода возрастает длительность импульсов, проявляется их сложная структура — каждый импульс состоит из двух-трех субимпульсов. В некоторых пульсарах субимпульсы следуют друг за другом так, как будто они образуют непрерывную последовательность, из которой основной импульс «выхватывает» два или три субимпульса.

3. У некоторых пульсаров определено очень медленное увеличение периода (соответствующее удвоению периода за 10^3 — 10^7 лет).

Теоретики для объяснения наблюдаемых эффектов выдвигают гипотезу вращающейся нейтронной звезды (периоды вращения порядка секунд) с горячими пятнами на поверхности. Эта гипотеза может дать объяснение и постепенному увеличению периода пульсара (НиЖ, 1969, № 3, 52—60).

Нейтронная звезда, по всей вероятности, один из вариантов последней стадии существования звезды. После «выгорания» водорода в недрах звезды вещество звезды под действием сил *гравитации* (взаимного притяжения частиц вещества) сжимается. Это происходит, вероятно, внезапно (со взрывом, которым можно объяснить вспышки сверхновых звезд). При плотности в десятки и млн. тысяч тонн в кубическом сантиметре создаются благоприятные условия для превращения протонов и электронов в нейтроны, откуда и происходит название этих звезд.

При массе, примерно равной солнечной, нейтронная звезда должна иметь радиус около 10 км, что при периоде вращения $1^s,34$ дает не очень большую центробежную силу на экваторе, где линейная скорость всего около 50 км/сек, что не угрожает целости этой необыкновенной звезды. Открытие пульсаров — важный аргумент в пользу существования во Вселенной нейтронных звезд, которые давно уже искали, чтобы объяснить происхождение источников рентгеновского излучения, обнаруженных во время ракетных исследований.

При регистрации импульсов пульсаров на разных частотах (их наблюдали на частотах от 40 до 2300 Мгц) обнаружилось запаздывание импульса (до нескольких секунд) при переходе от одной частоты к более низкой, являющееся следствием рассеяния на ионизованных частицах межзвездной среды. При некоторых предположениях о плотности среды по величине запаздывания можно оценить расстояния пульсаров от нас порядка сотен парсек (от 200—250 до 2500 пс).

В конце 1968 г. на Стюартской обсерватории в США впервые обнаружены пульсации оптического и рентгеновского излучения пульсара NP 0531, расположенного в центре Крабовидной туманности и отождествленного со звездой $16^m,5$. Оптические импульсы имеют тот же период ($0^s,033$) и сходную тонкую структуру. Сопоставление измерений 1942 и 1968 гг. показало уменьшение среднего блеска пульсара почти на одну звездную величину.

В феврале — марте 1969 г. пульсар PSR 0833—45 внезапно уменьшил свой период, а затем вновь стал его увеличивать, однако немного быстрее, чем было раньше.

Общее число пульсаров в Галактике пока не поддается оценке, однако каждый месяц приносит известия о новых открытиях этих удивительных объектов.

Ко времени выхода этой книги читатели журнала ЗиВ, где систематически публикуются новости о пульсарах (см. ЗиВ, 1968, № 3, 40; № 5, 50; 1969, № 2, 50), смогут узнать о них много больше, чем сейчас знает автор этой книги.

В 1965 г. было сделано еще одно важное открытие, явившееся, наряду с расширением Вселенной и открытием квазаров, наблюдательной основой современной космологии. Речь идет об изотропном (т. е. одинаковом от всех направлений) и непрерывном по частоте и постоянном во времени тепловом радиоизлучении, обнаруженном (в США) на волнах от 3 до 20 см и подтвержденном затем на большем диапазоне от 0,8 до 75 см (более короткие волны не пропускает атмосфера Земли).

По существующим предположениям об эволюции «горячей Вселенной» 10^{10} лет назад она была сгустком радиации с чрезвычайно высокими температурами и плотностью (теория дает даже бесконечно большие значения, что заставляет считать неприменимыми в этих условиях известные нам законы физики). Вследствие расширения Вселенной температура первичного излучения к нашему времени упала до 3°K (-270°C). Радиоастрономы обнаружили это предсказанное теорией 3°K -излучение, названное «реликтовым» или «космологическим» (ЗиВ, 1970, № 1, 50—53).

19. Происхождение и эволюция звезд

Проблема происхождения и развития звезд является одной из основных проблем современного естествознания.

Разработке проблем звездной космогонии очень помогли исследования звезд, находящихся на поворотных этапах их развития — переменных звезд, новых звезд, горячих звезд-гигантов, которые расточительно расходуют свою энергию, звезд с яркими линиями в спектрах и т. д.

Основным достижением советской космогонии является установление очень важного факта: звезды образовались в Галактике не одновременно, процесс звездообразования происходит и в настоящее время. Это доказывается, в частности, существованием молодых звезд и звездных ассоциаций.

Анализируя совокупность данных о звездах, мы можем нарисовать в общих чертах следующую картину происхождения и развития звезд*), по крайней мере звезд главной последовательности диаграммы «спектр — светимость» (стр. 130).

Образование звезд происходит группами, состоящими из десятков и сотен звезд. Они возникают из вещества, которое либо образовалось в результате длительного процесса конденсации газово-пылевой материи, либо из сверхплотного дозвездного вещества, так называемых D-тел по терминологии В. А. Амбарцумяна (УФН 96, вып. 1, 1968, 3—19). В газово-пылевом облаке образуется несколько сгущений сферической формы (которые мы, может быть, и наблюдаем как «глобулы»). Газовое давление в них меньше сил взаимного притяжения частиц такого шара, в силу чего он сжимается и увеличивает свои плотность и температуру.

Эволюция звезды, ее жизненный путь, зависит от двух важнейших характеристик — первоначальной массы и химического состава. Они определяют ее светимость и температуру поверхности. Между светимостью и спектрами или температурами звезд существует статистическая зависимость — диаграмма Герцшпрунга — Рассела (стр. 130) или равнозначная ей диаграмма «цвет — абсолютная звездная величина». Теория звездной эволюции должна объяснить вид этой диаграммы и указать на ней пути изменения со временем положения звезд различного происхождения и возраста. Это можно сделать, опираясь на современные представления об *источниках звездной энергии*. Такими источниками являются *ядерные реакции*. Для звезд главной последовательности, например, это — превращение ядер водорода в ядра гелия, которое сопровождается освобождением небольшой доли внутриядерной энергии**). В итоге в центральных областях звезды, где господствует температура в десятки млн. градусов, генерируется (образуется) энергия, поддерживающая излучение звезды в течение миллионов (самые массивные горячие звезды) и даже миллиардов лет (звезды типа Солнца и многие другие). (НиЧ, 1964, 344—357.)

Большое значение имеет изучение диаграмм «цвет — абсолютная величина» для групп звезд (скопления, ассоциации), члены которых образовались более или менее одновременно.

Исследование внутреннего строения звезд и источников их энергии в последние годы достигло большого успеха благодаря широкому использованию быстродействующих электронных вычислительных машин. Особое внимание было обращено на анализ такой схемы эволюции звезд, когда, образовавшись путем конденсации холодной газово-пылевой материи, звезда сохраняет в дальнейшем постоянной свою массу (если не считать небольшого ее уменьшения за счет электромагнитного излучения различной частоты, т. е. различных длин волн), причем вещество звезды не подвергается перемешиванию и поэтому

*) Точнее сказать, один из возможных путей образования звезд.

**) Так, например, протон-протонная реакция превращения водорода в гелий $4\text{H}^1 \rightarrow \text{He}^4 + 2\nu + 26 \text{ Мэв}$ сопровождается выделением $26 \text{ Мэв} \approx 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ эрг}$ энергии. В пересчете на 1 г вещества это дает $6,2 \cdot 10^{18} \text{ эрг}$.

изменение химического состава происходит лишь в центральных областях, где водород «выгорает», превращаясь в гелий.

Таким образом, гравитационное (т. е. под действием собственного тяготения частиц друг к другу) сжатие первоначального газопылевого облака приводит к повышению температуры в центральной области облака и образованию там условий, благоприятных для возникновения ядерных реакций. Температура, при которой прекратится сжатие звезды, зависит от первоначальной массы газопылевого сгустка. Чем больше эта масса, тем температура выше и тем больше энергии вырабатывается в недрах и излучается поверхностью. В этом находит объяснение зависимость «масса — светимость» (стр. 144).

По современным представлениям, пока общая масса гелия, заменившего «выгоревший» водород в центральной области звезды, не достигнет 10—12% массы звезды, звезда медленно увеличивает свою светимость (примерно на одну звездную величину) и на диаграмме «спектр — светимость» продвигается вверх и направо. Для массивных горячих звезд это требует лишь сотен тысяч лет, для звезд с массой, близкой к солнечной, — нескольких миллиардов лет.

После достижения указанного состояния ядро, лишенное источников энергии, начнет сжиматься, температура его будет повышаться, а оболочка, наоборот, расширяться и охлаждаться. Энергия будет вырабатываться лишь в сравнительно тонком слое водорода, окружающем ядро.

После достижения определенной температуры в ядре начнет действовать новый источник энергии — превращение трех ядер гелия в ядро углерода. Чем больше масса звезды, тем скорее происходит превращение ее в красный гигант. На диаграмме звезда будет быстро продвигаться слева направо; звезды больших масс — более или менее горизонтально, а звезды с массой, близкой к солнечной, — одновременно увеличивая светимость.

Результаты обширных машинных вычислений, основанных на такой схеме эволюции звезд, хорошо согласуются с наблюдениями и объясняют «населенность» различных частей диаграммы Герцшпрунга — Рессела. Эта схема эволюции объясняет также сходство пространственного распределения в Галактике и сходство характеристик движения (кинематических характеристик) звезд главной последовательности и поздних гигантов и сверхгигантов, а также некоторые другие наблюдательные факты (АК 1964, 153—161).

Дальнейший «жизненный путь» звезды не столь ясен. Предположение о том, что последующее сжатие звезды, исчерпавшей второй указанный источник энергии, быстро превращает ее в белый карлик, который, остывая очень медленно, постепенно затухает и переходит в разряд несветящихся тел, наталкивается на ту трудность, что белые карлики не могут иметь массу больше 1,4 солнечной. Следовательно, чтобы стать белым карликом, звезда должна как-то избавиться от значительной доли своей массы. Каким путем? Если бы это происходило путем вспышки, подобной вспышкам сверхновых звезд, то тогда в нашей системе, да и в других галактиках, было бы гораздо больше вспышек

сверхновых, чем их известно теперь. Может быть, звезда, в которой «выгорело» все ядерное топливо, лишенная источников энергии, начинает безудержно сжиматься под действием собственной гравитации (которой теперь не противостоит поток энергии из ядра) и переходит через некоторую грань, за которой, согласно эйнштейновской теории тяготения, нельзя будет увидеть звезду, так как мощное гравитационное поле ни одному лучу не даст покинуть поверхность звезды. Это все должны решить дальнейшие исследования.

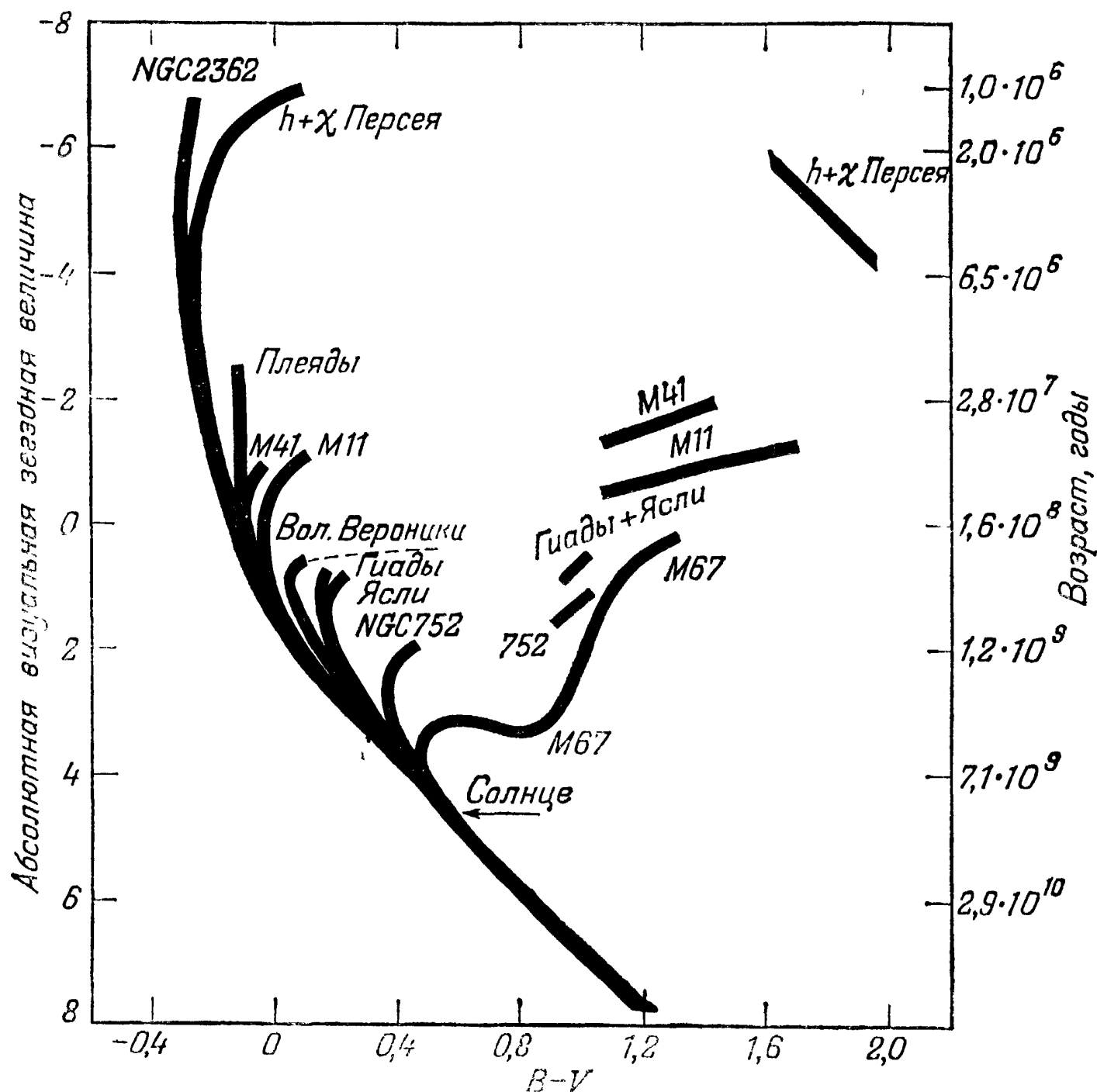


Рис 130 Сводная диаграмма цвет — светимость для рассеянных скоплений от самых молодых (NGC 2362) до старых (M 67).

Диаграммы «светимость — цвет» для различных звездных скоплений являются хорошей проверкой разработанной схемы звездной эволюции, так как число звезд в различных их частях должно быть пропорционально скорости различных этапов звездной эволюции. Большой интерес представляет сопоставление комбинированной диаграммы «цвет — светимость» для рассеянных скоплений (рис. 130) с теоретическими линиями *равного возраста* — *изохронами* для звезд разной массы и их *эволюционными треками* (путями) (рис. 131). Наблюдаемые на диаграмме последовательности звезд в общем должны совпадать с изохронами. На рис. 130 положение точки отклонения звезд скопления от начальной главной последовательности указывает возраст

скопления (соответственно правой шкале возрастов). Аналогичное построение для шаровых скоплений дает возраст порядка нескольких миллиардов лет.

Таковы в основных чертах современные представления о ходе звездной эволюции. Много вопросов еще ждут своего разрешения, в частности, вопрос о роли и значения явления звездной переменности в эволюции звезд. Является ли состояние переменности одним из неизбежных этапов эволюционного пути звезды и какое место получают переменные различных типов среди «нормальных» звезд? Расположение

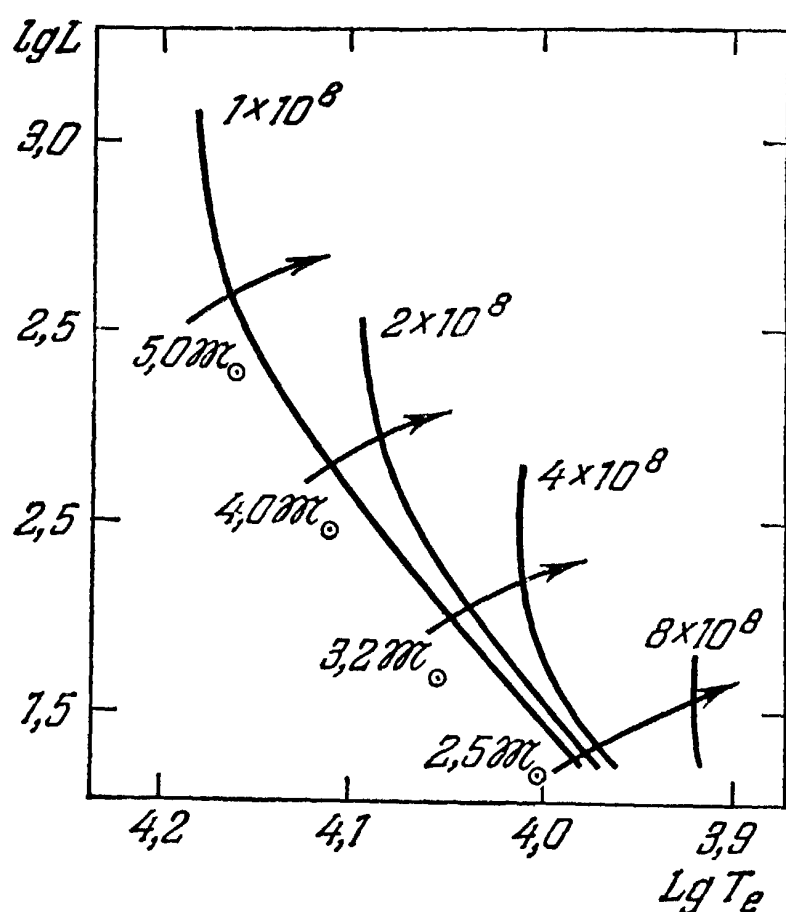


Рис 131. Линии одинакового возраста — изохроны и эволюционные пути (треки) звезд различной массы на диаграмме цвет — светимость (по оси абсцисс отложен логарифм эффективной температуры).

переменных различных типов на диаграмме «цвет — светимость», (рис. 132), где они занимают целую полосу, пересекаемую (и даже не один раз) эволюционными треками, как будто бы говорит о том, что для звезд, эволюционирующих от начальной главной последовательности к красным гигантам, состояние переменности оказывается неизбежным *).

Решение вопроса о механизме образования звезд и об их эволюции осложняется необходимостью одновременного решения проблемы происхождения двойных и кратных звезд, число которых превышает число одиночных звезд (стр. 143). К кратным звездам можно отнести также звезды, обладающие невидимыми

спутниками (стр. 142). Солнце с его планетами также можно рассматривать как своеобразную кратную звезду. Нет никаких оснований считать нашу Солнечную систему особенной или единственной. Многие факты говорят за то, что образование кратных звезд должно подчиняться тем же законам, что и образование одиночных звезд.

Вопрос о происхождении и развитии звезд связан еще с одним не менее сложным и важным вопросом о происхождении химических элементов. Исследования состава Земли, метеоритов, атмосфер Солнца и звезд, а также межзвездной среды показали, что различные химические элементы приблизительно одинаково распределены во Вселенной. При этом, конечно, учитывается различие структуры и состава планет земной группы и больших планет, а также различие в содержании тяжелых элементов у звезд различного возраста (так, например, члены шаровых скоплений имеют не более 0,3% тяжелых элементов, а молодые звезды — до 4%).

*) Ю. Н. Ефремов, Природа, 1966, № 8, 8—17.

Наиболее распространенными являются самые легкие элементы: водород и гелий. Солнце, звезды, межзвездный газ на 99% состоят из них. На долю всех других, в том числе и самых сложных «тяжелых элементов», приходится менее 1%. Долгое время считалось, что условия, при которых могут образовываться эти элементы могли существовать лишь в некоем дозвездном веществе, которое должно было быть весьма плотным и горячим. Однако даже в земной коре имеются

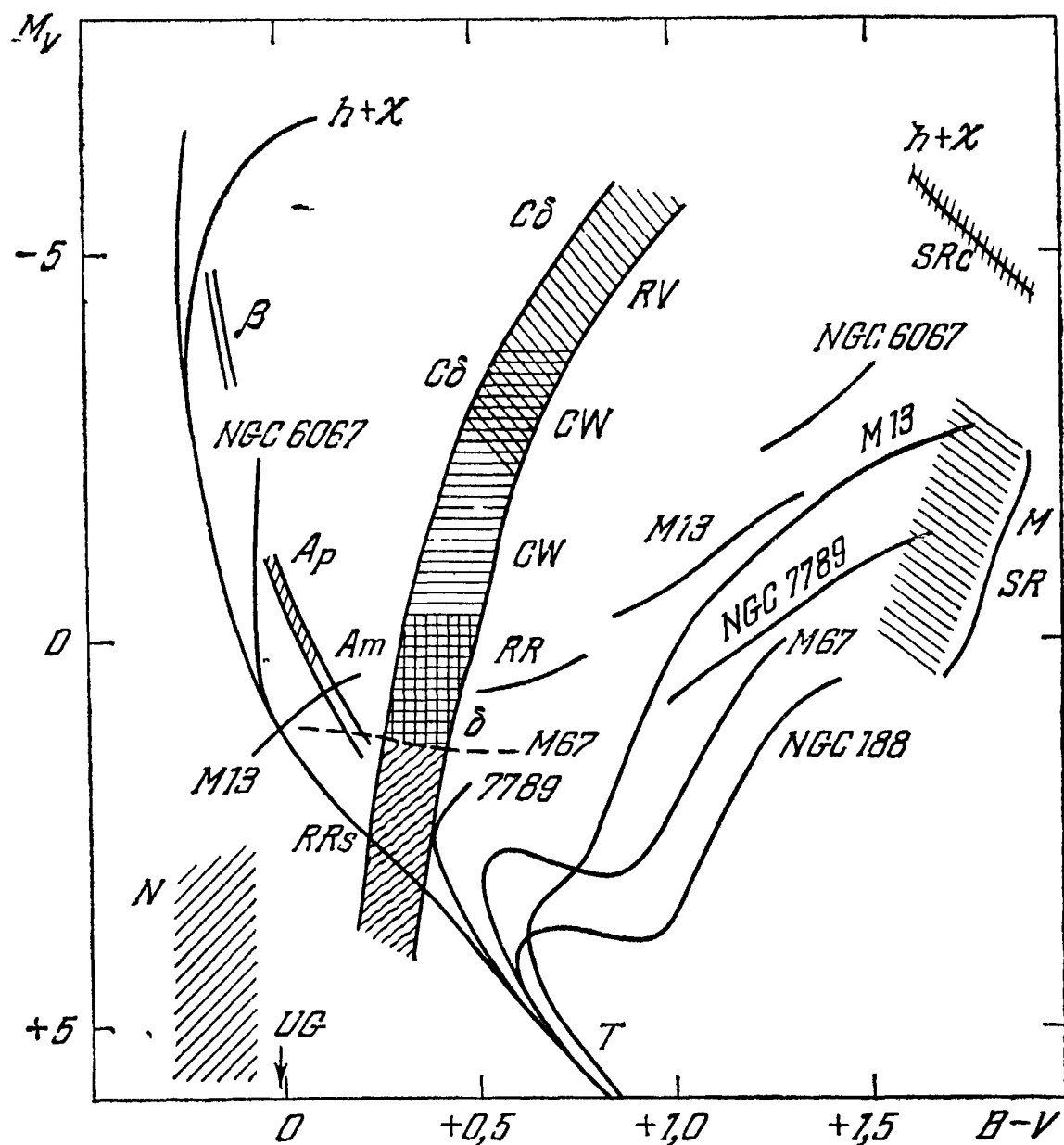


Рис. 132. Расположение переменных некоторых типов на диаграмме цвет ($B - V$) — абсолютная звездная величина (M_V), составленной для ряда звездных скоплений.

M — звезды типа Миры Кита, SR — красные полуправильные переменные (гиганты), SRC — полуправильные сверхгиганты, RV — переменные типа RV Тау, $C\delta$ — цефеиды плоской составляющей, CW — цефеиды сферической составляющей, RR — короткопериодические цефеиды типа RR Лир, RR_s — карликовые цефеиды (типа SX Phe), δ — звезды типа δ Щита, Ap — магнитные переменные (пекулярные A-звезды), Am — металлические A-звезды, β — звезды типа β СМа, N — новые в минимуме блеска, UG — звезды типа U Близнецов ($M_V = +7$).

радиоактивные элементы, срок жизни которых в качестве распадающихся элементов ограничен несколькими миллиардами лет. В атмосферах звезд также обнаружены радиоактивные элементы с короткими сроками жизни. Приходится считать, что в некоторых звездах имеются (или создаются) условия для образования тяжелых элементов, а вспышки сверхновых звезд рассеивают эти элементы в межзвездное пространство. Более легкие элементы, вероятно, могут образовываться в активных областях некоторых звезд, где возникают сильные магнитные поля, вызывающие ускорение элементарных частиц вещества до громадных скоростей, способствующих превращению элементов (НиЧ, 1964, 332—347.)

ГЛАВА II

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО МАТЕМАТИКЕ

1. Обозначения больших и малых чисел

В науке и технике широко используется сокращенное обозначение больших и малых чисел с помощью десятичных множителей, содержащих различные степени числа 10 (положительные для чисел бóльших чем единица и отрицательные — для меньших). В этой системе число 100 обозначается как 10^2 , число 1000 как 10^3 ; число 1580 может быть записано как $15,8 \cdot 10^2$, либо $1,58 \cdot 10^3$; 10^{-3} — это 0,001, $2 \cdot 10^{-4}$ — это 0,0002 и т. д.

Для наименования больших чисел существует две системы (табл. XVI). I система счета принята в СССР, США, Франции, Италии и др., II система — в Англии, ГДР, ФРГ, Дании, в большинстве стран Латинской Америки.

Т а б л и ц а XVI

Наименования чисел

Сокращ. обознач.	I система	II система	Сокращ обознач.	I система	II система
10^6	Миллион	Миллион	10^{21}	Секстиллион	Триллиард
10^9	Биллион (миллиард)	Миллиард	10^{24}	Септиллион	Квадриллион
			10^{27}	Октиллион	Квадриллиард
10^{12}	Триллион	Биллион	10^{30}	Нониллион	Квинтиллион
10^{15}	Квадриллион	Биллиард	10^{33}	Дециллион	Квинтиллиард
10^{18}	Квинтиллион	Триллион	10^{36}		Секстиллион

Употребительна также система обозначения больших и малых величин путем использования греческих слов в качестве приставок к названиям различных единиц (табл. XVII).

Обозначения больших и малых величин

Величина и ее название	Обозначение		Величина и ее название	Обозначение	
	русск	между- нар		русск.	между- нар
10 ⁻¹ деци	д	d	10 ⁻¹⁸ атто	a	a
10 ⁻² санти (центи)					
10 ⁻³ милли	с	c	10 дека	да	da
10 ⁻⁵ центимилли	м	m	10 ² гекто	г	h
10 ⁻⁶ микро	мк	μ	10 ³ кило	к	K
			10 ⁵ гекто-кило	гк	hK
10 ⁻⁹ нано	н	n	10 ⁶ мега	М	M
10 ⁻¹² пико	п	p	10 ⁹ гига	Г	G
10 ⁻¹⁵ фемто	ф	f	10 ¹² тера	Т	T

П р и м е р ы: миллиметр (*мм*), микрофарада (*мкф*), килограмм (*кг*), мегапарсек (*Mpc*) и т. д.

2. Измерение углов

Угол между двумя направлениями в пространстве можно измерить дугой окружности, имеющей центр в вершине угла. Обычно окружность делится на 360 частей *), именуемых *градусами* (360°), градус делится на 60 минут (60'), *минута* — на 60 *секунд* (60"). Всю окружность принято делить на четыре *квадранта*. Угол от 0° до 90° находится в первом квадранте, от 90 до 180° — во втором и т. д. Иногда окружность делят на 400 частей, именуемых *градами* (обозн. 1^g; 10^g = 9°); вместо минут и секунд дуги в этом случае употребляют десятые и сотые доли града.

В сущности, при измерении углов имеет значение не сама дуга окружности, а ее отношение к длине всей окружности. Отношение длины любой окружности к ее диаметру (обозначается π) выражается бесконечной десятичной дробью. С точностью до 15 знаков после запятой π равно

π = 3,141592653589793...**)

Можно ввести так называемую «отвлеченную меру» углов, когда угол определяется соответствующей ему дугой окружности, деленной на ее радиус. В этой мере угол, соответствующий полной окружности, т. е. 360°, будет равен 2πR/R = 2π. Угол в 180° выразится числом π, угол в 1° — числом 2π/360 = 0,0174533..., приблизительно равным

*) Деление окружности на 360 частей имеет астрономическое происхождение: еще в древности было замечено, что Солнце в сутки проходит среди звезд примерно 1/360 часть окружности.
**) С помощью вычислительных машин теперь вычислено несколько сотен знаков после запятой.

1/57,3. Угол в $57^{\circ},3$ стягивается дугой, равной радиусу. Отсюда происходит название этого угла — *радиан*, а отвлеченная мера углов часто называется *радианной*.

Поперечник объекта, который виден под углом в 1° , в 57,3 раза меньше отделяющего нас от него расстояния. Углам в $1'$ и $1''$ соответствуют $1/3438$ и $1/206265$ части расстояния *). Табл 95 дает переход от угловой к радианной мере.

В астрономии весьма употребительно выражение углов в часовой мере. Этот счет углов связан с тем, что угол поворота вращающейся Земли пропорционален протекшему времени.

Угол в 360° будет выражаться углом в 24^h ($1^h = 15^{\circ}$), $1^{\circ} = 4^m$ и т. д. Для перехода от одной системы измерений углов к другой служат табл. 89—92.

3. Элементы сферической тригонометрии

Прежде всего отметим, что: 1) плоскость, проходящая через центр сферы, пересекает ее по *большому кругу*; всякая иная секущая плоскость дает в пересечении *малый круг*; 2) два больших круга пересекаются в двух диаметрально противоположных точках, которые делят круги пополам; 3) точки на сфере, равноотстоящие от всех точек большого круга, называются *полюсами* этого большого круга. Они лежат на расстоянии 90° от большого круга, на концах диаметра. Три точки сферы, не лежащие на одном большом круге и соединенные дугами больших кругов, образуют *сферический треугольник*. Рассматриваются сферические треугольники, у которых стороны и углы меньше 180° . Сумма сторон будет больше 360° . Сумма углов такого треугольника всегда больше 180° , но меньше 540° . При очень малых размерах сферического треугольника можно пользоваться формулами плоской тригонометрии, а сумму углов считать равной 180° .

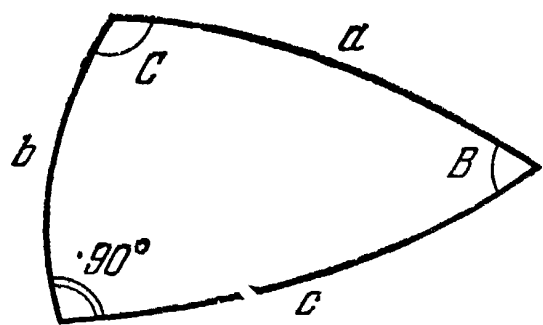


Рис 133. Прямоугольный сферический треугольник

Ниже приводятся основные формулы, из которых легко получить выражения неизвестных элементов сферического треугольника через известные.

а) Прямоугольный сферический треугольник (рис. 133):

$$\cos a = \cos b \cos c, \quad \sin B = \frac{\sin b}{\sin a}, \quad \sin C = \frac{\sin c}{\sin a},$$

$$\cos a = \operatorname{ctg} B \operatorname{ctg} C, \quad \cos B = \frac{\operatorname{tg} c}{\operatorname{tg} a}, \quad \cos C = \frac{\operatorname{tg} b}{\operatorname{tg} a},$$

$$\cos b = \frac{\cos B}{\sin C}, \quad \operatorname{tg} B = \frac{\operatorname{tg} b}{\sin c},$$

$$\cos c = \frac{\cos C}{\sin B}, \quad \operatorname{tg} C = \frac{\operatorname{tg} c}{\sin b}.$$

*) Более точные значения см. стр. 387.

б) Косоугольный сферический треугольник (рис. 134):
формулы синусов:

$$\frac{\sin a}{\sin b} = \frac{\sin A^*)}{\sin B},$$

формулы косинусов:

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A^*).$$

Формулы пяти элементов:

$$\sin a \cos B = \cos b \sin c - \sin b \cos c \cos A^*),$$

$$\sin a \cos C = \cos c \sin b - \sin c \cos b \cos A^*).$$

Переход от одной системы астрономических координат к другой.
(О системах координат см. стр. 218.)

а) Переход от горизонтальной системы координат A, h к экваториальной системе координат α, δ :

$$\sin \delta = \sin \varphi \sin h - \cos \varphi \cos h \cos A,$$

$$\cos \delta \sin t = \cos h \sin A,$$

$$\cos \delta \cos t = \sin h \cos \varphi + \cos h \sin \varphi \cos A,$$

причем $\alpha = s - t$.

б) Переход от экваториальных координат α, δ к горизонтальным A, h :

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t,$$

$$\cos h \sin A = \cos \delta \sin t,$$

$$\cos h \cos A = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t.$$

в) Переход от экваториальных координат α, δ к эклиптическим λ, β

$$\sin \beta = -\cos \delta \sin \alpha \sin \varepsilon + \sin \delta \cos \varepsilon,$$

$$\cos \beta \cos \lambda = \cos \delta \cos \alpha,$$

$$\cos \beta \sin \lambda = \cos \delta \sin \alpha \cos \varepsilon + \sin \delta \sin \varepsilon,$$

где $\varepsilon = 23^\circ 27'$ — наклонение эклиптики к экватору.

г) Переход от экваториальных координат α, β к галактическим l, b . Так как этот переход редко требуется делать с большой точностью, обычно пользуются таблицей 81 или номограммой. (В Приложении XI дана номограмма для приближенного перехода от экваториальных координат к галактическим.)

Приближенный переход (с точностью до $0^\circ,5$) от одной системы астрономических координат к другой можно осуществить также с помощью так называемой *стереографической сетки* (см. Приложение V).

Определение площадей частей сферы и расстояний на сфере.

Для ряда задач бывает необходимо определять площади различных частей сферы. Приводим ряд формул.

*) Другие две формулы получаются круговой перестановкой элементов (сторон и углов).

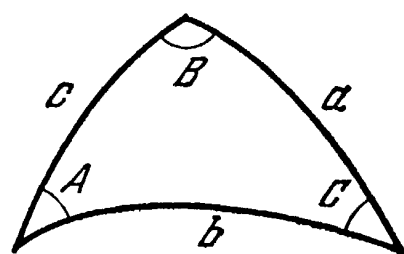


Рис. 134. Косоугольный сферический треугольник.

Поверхность шара радиуса r равна $4\pi r^2$ или $2 \cdot 360^\circ (57^\circ, 296) = 41\,252$ кв. градуса $= 4$ площади большого круга того же радиуса.

Поверхность шарового сегмента (например, площадь полярной шапки, отсекаемой параллелью с широтой φ): $2\pi r(1 - \sin \varphi)$ или $360^\circ \cdot 57^\circ, 296(1 - \sin \varphi)$ кв. градусов.

Поверхность шарового пояса между параллелями с широтами φ_1 и φ_2 : $360^\circ \cdot 57^\circ, 296(\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1)$ кв. градусов.

Поверхность, ограниченная двумя параллелями с широтами φ_1 и φ_2 и двумя меридианами, образующими разность долгот $\Delta\lambda^\circ$, т. е. *площадь трапеции на сфере*:

$$S = 57^\circ, 296 \cdot \Delta\lambda^\circ (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1).$$

Площадь сферического треугольника:

$$S = \frac{\varepsilon^\circ}{180} \pi r^2 = r^2 \varepsilon^\circ \sin 1^\circ,$$

где r — радиус сферы, ε° — сферический избыток: $\varepsilon^\circ = A + B + C - 180^\circ$, или

$$\sin \frac{\varepsilon}{2} = \frac{\sin \frac{a}{2} \cdot \sin \frac{b}{2}}{\sin \frac{c}{2}} \sin C$$

или

$$\operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{4} = \sqrt{\operatorname{tg} \frac{p}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{p-a}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{p-b}{2} \operatorname{tg} \frac{p-c}{2}},$$

где p — периметр, a, b, c — стороны треугольника, A, B, C — углы треугольника.

Площадь сферического двухсторонника [двуугольника] (образованного двумя меридианами от полюса до полюса):

$$S = \frac{\pi r^2 A^\circ}{90^\circ} = 0,0349066 A^\circ r^2,$$

где A° — разность долгот меридианов.

Угловое расстояние на поверхности сферы между двумя точками с координатами λ_1, φ_1 и λ_2, φ_2 определяется из соотношения

$$\cos(x^\circ) = \frac{\sin \varphi_1 \cdot \sin(\varphi_2 + \chi)}{\cos \chi},$$

где вспомогательный угол χ находится из уравнения

$$\operatorname{tg} \chi = \operatorname{ctg} \varphi_1 \cos(\lambda_2 - \lambda_1).$$

Линейное расстояние x на поверхности сферы по угловому расстоянию x° :

$$x = x^\circ r \sin 1^\circ,$$

где r — радиус сферы.

4. Конические сечения

В астрономии при рассмотрении движения небесных тел часто используется уравнение конического сечения в полярных координатах r и v относительно начала, совпадающего с фокусом:

$$r = \frac{p}{1 + e \cos v}, \quad (25)$$

где r — радиус-вектор, p — параметр *), e — эксцентриситет.

К коническим сечениям относятся окружность, эллипс, парабола и гипербола. Свое общее название они получили от того, что сечение прямого кругового конуса плоскостью, по-разному наклоненной к его оси, дает одну из этих кривых.

Окружность характеризуется тем, что все ее точки равноудалены от центра. Таким образом, радиус-вектор r окружности равен постоянной величине, а эксцентриситет окружности $e=0$.

У *эллипса* (рис. 135) сумма расстояний любой его точки от двух внутренних точек, называемых *фокусами*, остается величиной постоянной и равной *большой оси* эллипса:

$$MF_1 + MF_2 = 2a.$$

Степень вытянутости эллипса характеризуется величиной *эксцентриситета*

$$e = \frac{c}{a} = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}, \quad (26)$$

т. е. отношением расстояния фокуса от центра эллипса c к большой его полуоси a . Эксцентриситет эллипса всегда больше нуля, но меньше единицы. Зная эксцентриситет эллипса и его большую полуось, можно определить малую полуось эллипса по формуле

$$b = a \sqrt{1 - e^2}. \quad (27)$$

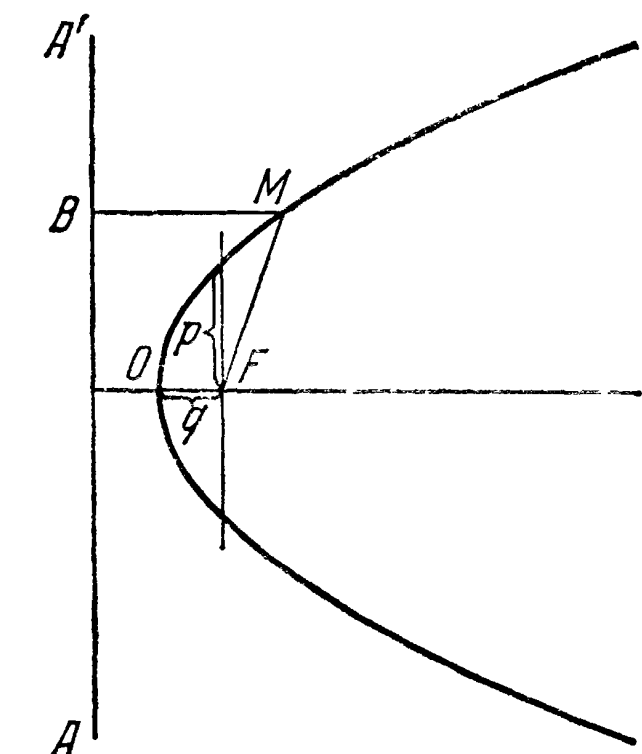


Рис. 136. Парабола.

При $e=1$ получаем незамкнутую кривую — *параболу* (рис. 136). Характерным свойством параболы является постоянное равенство

*) Геометрически p есть половина хорды, проведенной через фокус конического сечения перпендикулярно к главной оси (рис. 135—137).

расстояний любой точки кривой от фокуса и от неподвижной прямой AA' (не проходящей через фокус), называемой *директрисой*:

$$MB=MF.$$

Точка O называется *вершиной параболы*: OF есть *перигелийное расстояние* q . Параметр параболы $p=2q$.

Гипербола (рис. 137) — незамкнутая кривая (состоящая из двух отдельных ветвей) с эксцентриситетом $e > 1$. У гиперболы разность расстояний любой ее точки от двух фокусов — величина постоянная:

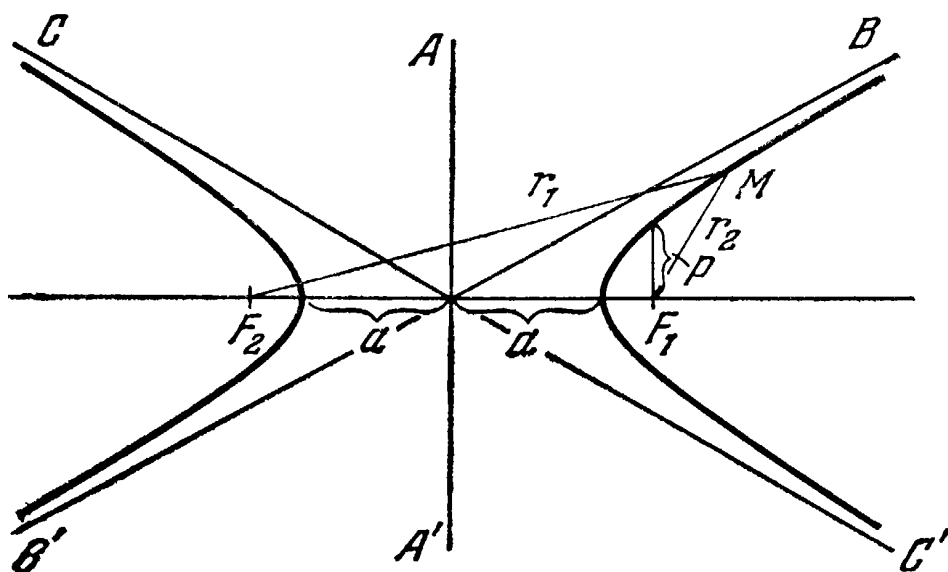


Рис. 137. Гипербола.

$F_2M - MF_1 = 2a$. Параметр гиперболы $p = a(e^2 - 1)$. Прямые BB' и CC' , симметричные относительно оси гиперболы F_1F_2 , называются ее *асимптотами*.

5. Интерполирование и экстраполирование

При пользовании числовыми таблицами, выражающими зависимость одной величины (*функции*) от другой (*аргумента*), часто приходится находить значения функции, соответствующие промежуточным значениям аргумента, — производить *интерполирование* (*интерполяцию*).

Его можно производить графическим путем или вычислениями по специальным *интерполяционным формулам*. При графическом решении задачи надо по данным таблицы составить в достаточно большом масштабе график непрерывного и плавного изменения функции y в зависимости от изменения аргумента x и с него брать значения y для нужных промежуточных значений x .

Когда функция меняется пропорционально изменению аргумента, она называется *линейной функцией*, так как график ее — прямая линия (рис. 138). Здесь мы имеем задачу *линейного интерполирования*, которая легко решается и вычислительным путем.

Чтобы удостовериться в том, что y представляет собой линейную функцию x , надо составить столбец разностей первого порядка или, иначе, *первых разностей* a_i значений функции для соседних равноотстоящих значений аргумента и убедиться в том, что все они являются

приблизительно одинаковыми. Среднее значение ее $\bar{a} = \frac{\sum a_i}{n}$. Тогда для некоторого значения

Аргумент	Функция	Первые разности
x_1	y_1	a_1
x_2	y_2	a_2
x_3	y_3	a_3
x_4	y_4	

аргумента x , находящегося, например, между x_1 и x_2 , функция будет иметь значение

$$y = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} a.$$

Пример линейной интерполяции. Найти y для $x = 2,25$, если функция y от аргумента x дана следующей таблицей:

x	y	a
1,0	0,41	0,18
1,5	0,59	0,22
2,0	0,81	0,20
2,5	1,01	0,19
3,0	1,20	
Средн.		0,20

$$y = (2,25) = y(2,00) + \frac{2,25 - 2,00}{2,50 - 2,00} 0,20 = 0,81 + 0,5 \cdot 0,20 = 0,91.$$

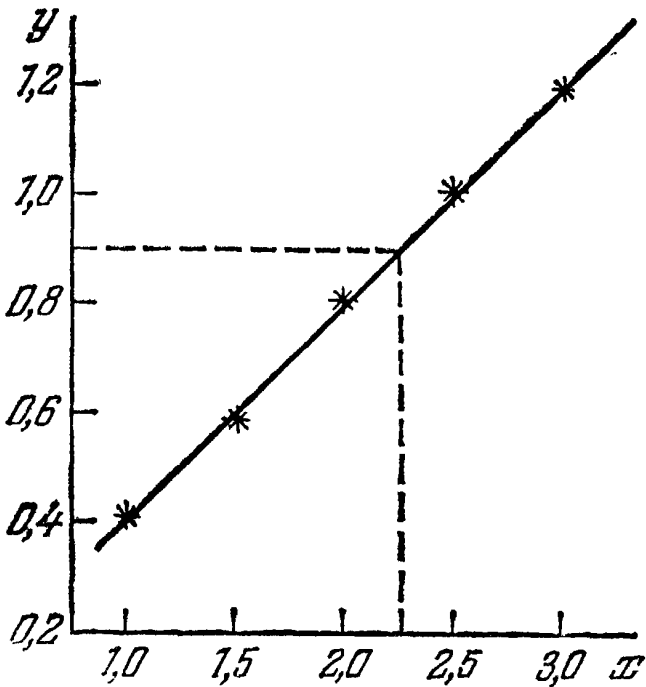


Рис. 138. Пример графической интерполяции

По всем значениям y , которые получались из наблюдений с ошибками случайного характера, проводим прямую, лучше всего удовлетворяющую совокупности точек. Если функция меняется неравномерно, то первые разности не равны друг другу. В этом случае функция не может быть представлена на графике прямой линией. Тогда при графическом решении надо по всем значениям функции, взятым из таблицы поблизости от того места, где нужно получить ее промежуточное значение, провести плавную линию и для требуемого значения аргумента снять с кривой значение функции. Для вычислительного решения надо таблицу дополнить столбцом *вторых разностей* b_1, b_2, b_3 и т. д., представляющих собой разности двух соседних значений первых разностей, столбцами *третьих* (это разности вторых разностей) и, если нужно, *четвертых разностей* и т. д. (см. стр. 208). Число в индексе

при букве указывает строку, в которой стоит разность, а прибавление к нему $1/2$ указывает, что она стоит между соответственными строками. Полученные значения разностей подставляют в одну из интерполяционных формул.

Аргумент	Функция	Первые разности	Вторые разности	Третьи разности	Четвертые разности
x_1	y_1	$a_{(1+1/2)}$			
x_2	y_2		b_2		
		$a_{(2+1/2)}$		$c_{(2+1/2)}$	
x_3	y_3	(a_3)	b_3	(c_3)	d_3
		$a_{(3+1/2)}$		$c_{(3+1/2)}$	
x_4	y_4	(a_4)	b_4	(c_4)	
		$a_{(4+1/2)}$		$c_{(4+1/2)}$	d_4
x_5	y_5	(a_5)	b_5		
		$a_{(5+1/2)}$			
x_6	y_6				

Интерполяционная формула Стирлинга имеет вид

$$y_{i+\theta} = y_i + \theta a_i + \frac{\theta^2}{1.2} b_i + \frac{\theta(\theta^2-1)}{1.2.3} c_i + \frac{\theta^2(\theta^2-1)}{1.2.3.4} d_i + \dots, \tag{28}$$

где доля интервала между соседними табличными значениями аргумента

$$\theta = \frac{x-x_i}{x_{i+1}-x_i},$$

b_i , d_i и все другие четные разности берутся прямо из таблицы, а a_i , c_i и другие нечетные разности вычисляются как средние арифметические двух соседних разностей того же столбца:

$$a_i = \frac{a_{(i-1/2)} + a_{(i+1/2)}}{2}, \quad c_i = \frac{c_{(i-1/2)} + c_{(i+1/2)}}{2}$$

и т. д.

Коэффициенты, стоящие в формуле Стирлинга перед разностями первых порядков, можно найти в табл. 97 по аргументу θ . При вычислении до сотых долей секунды последний член формулы излишен. При $\theta > 0,5$ для удобства вычислений выгодно брать следующее табличное значение функции y_{i+1} , а вместо θ взять $\theta' = 1 - \theta$ и формулу

$$y_{i+\theta} = y_{i+1} - \theta' a_{i+1} - \frac{\theta'^2}{2} b_{i+1} - \frac{\theta'(\theta'^2-1)}{6} c_{i+1} - \frac{\theta'^2(\theta'^2-1)}{24} d_{i+1} - \dots \tag{29}$$

В табл. 97 коэффициенты даны только для $\theta \leq 0,50$.

Пример. Определить прямое восхождение Солнца 6 июля 1931 г. в 6^h по среднему гринвичскому времени, пользуясь следующей выпиской из Астрономического Ежегодника значений $\alpha_{\odot}$ за пять дней июля:

$x=t$	$y=\alpha_{\odot}$	a	b	c	d
1931 июль 4	6 ^h 48 ^m 7 ^s , 72				
5	6 52 15,20	+4 ^m 7 ^s ,48	—0 ^s ,29		
6	6 56 22,39	+4 7 ,19	—0,32	—0 ^s ,03	+0 ^s ,02
7	7 0 29,26	+4 6 ,87	— 0,33	— 0,01	
8	7 4 35,80	+4, 6 ,54			

$$\theta = \frac{6}{24} = 0,25; a_i = +4^m 7^s,03; c_i = -0^s,02;$$

$$y_i = 6^h 56^m 22^s,39; b_i = -0^s,32; d_i = +0^s,02;$$

$$y_{i+\theta} = 6^h 56^m 22^s,39 + 0,25 \cdot 4^m 7^s,03 + 0,031 \cdot (-0^s,32) + 0,039 \cdot 0^s,02 = 6^h 57^m 24^s,14.$$

Если табличные данные являются функциями двух аргументов (так называемая *таблица с двумя входами*), то сначала производят интерполирование по одному аргументу, получая ряд значений табличных данных для нескольких значений другого аргумента при выбранном промежуточном значении первого аргумента (т. е. получаем одномерную таблицу по второму аргументу). Затем производим второе интерполирование для нужного промежуточного значения второго аргумента.

Отметим нередко встречающиеся частные случаи интерполяции:

1. **Интерполяция на середину:** искомое значение равно среднему арифметическому двух соседних табличных значений функции минус $\frac{1}{8}$ средней второй разности, т. е.

$$y_{i+\frac{1}{2}} = \frac{y_i + y_{i+1}}{2} - \frac{1}{8} \frac{b_i + b_{i+1}}{2}.$$

2. **Интерполяция на треть:** первое табличное значение плюс $\frac{1}{3}$ первой разности и минус $\frac{1}{9}$ средней второй разности, т. е.

$$y_{i+\frac{1}{3}} = y_i + \frac{1}{3} a_i - \frac{1}{9} \frac{b_i + b_{i+1}}{2}.$$

3. **Интерполяция на две трети:** две трети первой разности минус $\frac{1}{9}$ средней второй разности, т. е.

$$y_{i+\frac{2}{3}} = y_i + \frac{2}{3} a_i - \frac{1}{9} \frac{b_i + b_{i+1}}{2}.$$

Экстраполирование (экстраполяция) — нахождение значения функции для аргумента, находящегося за пределами таблицы, — представляет собой задачу, требующую особой осторожности. Во всех случаях экстраполяция дает лишь приближенные значения. Не следует далеко

выходить за пределы имеющихся в таблице значений. Лучше всего представить функцию графиком и, руководствуясь характером ее изменения, снимать нужные значения прямо с графика. Так, например, приходится поступать в случае экстраполяции хода часов для предвычисления поправки часов (см. рис. 204).

6. Об ошибках наблюдений

При измерении любых величин неизбежны *ошибки измерений*. Рациональным устройством измерительных приборов и продуманной методикой измерений надо стремиться устранить или уменьшить влияние причин, вызывающих *систематические ошибки*, либо изучить их, чтобы учесть при обработке результатов измерений. Пример: зенитное расстояние звезды и ее часовой угол связаны строгим соотношением; можно вычислить совершенно точно, каковы должны быть зенитные расстояния звезды при различных часовых углах. Однако если бы мы захотели проверить это соотношение, измерив большой ряд зенитных расстояний для различных значений t , то убедились бы, что все измеренные зенитные расстояния меньше вычисленных, причем различие между ними возрастает с величиной самого зенитного расстояния. Причиной этой систематической ошибки является *рефракция* в земной атмосфере (стр. 226). Исправив измерения за рефракцию (т. е. придав необходимую поправку каждому измеренному значению z), мы найдем, что и теперь измерения не совпадают точно с вычислениями, причем измеренные значения то больше, то меньше вычисленных, а большие отклонения встречаются реже, чем малые. Это *случайные ошибки*. Причина каждой такой ошибки не поддается строгому учету *), но при многократном повторении одних и тех же измерений случайные ошибки подчиняются особым законам, которые дают возможность получить из ряда измерений более надежный результат, чем из одного измерения, и оценить точность этого результата.

Теория случайных ошибок показывает, что при достаточно большом числе отдельных измерений **наиболее вероятный** результат x_N равен *среднему арифметическому* из всех измерений:

$$x_N = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_1^n x_i}{n} = \bar{x}. \quad (30)$$

Для оценки точности измерений может служить *средняя ошибка* (по терминологии Лапласа), которая равна среднему арифметическому из **абсолютных** величин (т. е. взятых без учета знака) отклонений отдельных измерений от среднего $|x_i - \bar{x}| = |\Delta_i|$ **), т. е.

$$\varepsilon_{\text{ср}} = \frac{\sum |\Delta_i|}{n}. \quad (31)$$

*) Разумеется, речь идет не о грубых просчетах и описках.

**) Часто их называют *остаточными уклонениями*.

Примечание. Если n невелико, лучше пользоваться формулой

$$\varepsilon_{\text{ср}} = \frac{\sum |\Delta_i|}{\sqrt{n(n-1)}}. \quad (31')$$

Среднюю ошибку окончательного результата можно записать в форме

$$x \pm \varepsilon_{\text{ср}}/\sqrt{n} \text{ или } \bar{x} \pm \varepsilon_N. \quad (32)$$

Пример. $10,54 \pm 0,32$ (средн. ошибка).

Часто точность среднего арифметического характеризуют величиной *средней квадратической ошибки* результата, которую вычисляют по отклонениям Δ_i каждого измерения от среднего арифметического по следующей формуле:

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n(n-1)}}. \quad (33)$$

Средняя ошибка ε_N и средняя квадратическая ошибка σ_N связаны между собой *) соотношением

$$\varepsilon_N = 0,7979 \sigma_N \quad (34)$$

или

$$\sigma_N = 1,2533 \varepsilon_N. \quad (35)$$

Характеристикой точности среднего результата может служить также его *вероятная ошибка*; это такая величина ошибки, что число меньших ошибок равно числу больших,

$$\begin{aligned} \sigma_p &= 0,67449 \sigma_N, \\ \sigma_p &= 0,84535 \varepsilon_N. \end{aligned} \quad (36)$$

Можно оценить также среднюю квадратическую ошибку *отдельного измерения*

$$s_N = \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n-1}}, \quad (37)$$

либо его вероятную ошибку

$$s_p = 0,67449 s_N.$$

Хотя теория случайных ошибок требует большого числа измерений, ее правила часто применяют и к небольшому числу измерений, так как и в этом случае они дают лучшие результаты и приближенное представление о точности измерений.

Если отдельные наблюдения неравноценны по точности — *неравноточны*, то при вычислении среднего каждое отдельное значение, полученное из измерений, x_i , умножается на *вес* p_i , выраженный в

*) При достаточно большом числе n .

какой-нибудь шкале (чем точнее измерение, тем больше его вес), а сумма произведений $x_i p_i$ делится на сумму всех весов:

$$x_N = \frac{\sum x_i p_i}{\sum p_i} = \bar{x}. \quad (38)$$

Можно оценить относительную погрешность самой средней квадратической ошибки по формуле

$$\Delta \sigma_N = \frac{\sigma_N}{\sqrt{2n}}, \quad (39)$$

где n — число измерений, вошедших в определение σ_N . Таким образом, при четырех измерениях $\Delta \sigma_N$ составляет около 35% величины σ_N , при $n=50$ погрешность в определении σ_N составляет примерно $1/10$ величины σ_N *).

Среднее арифметическое определяется тем, что, во-первых, сумма отклонений от него близка к нулю, а во-вторых, сумма квадратов отклонений от него отдельных измерений должна быть наименьшей. Следовательно, если взять ряд значений измеряемой величины, близких к предполагаемому наиболее вероятнейшему ее значению, и составить для каждого значения суммы квадратов отклонений отдельных измерений, то наименьшая сумма будет соответствовать искомому наиболее вероятнейшему значению измеряемой величины. На этом свойстве основан разработанный Гауссом способ наименьших квадратов (стр. 215).

7. О представлении распределения гауссовой кривой. Распределение Пуассона

Желая получить наиболее вероятное значение какой-либо величины (например, длины предмета) из многократных ее измерений или желая оценить общую картину отклонений отдельных значений какой-либо величины от некоего среднего, можно сделать сравнение с соответствующей данному случаю кривой нормального распределения (гауссовой кривой).

Закон нормального распределения можно записать в виде

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}},$$

где $\bar{x}$ — наиболее вероятное значение x — определяется по положению максимума кривой Гаусса, а σ — среднее квадратичное отклонение — по положению точек перегиба этой кривой (рис. 139), σ^2 — дисперсия этого нормального распределения.

Гауссова кривая описывает стандартную картину отклонений измеряемой величины от среднего, — отклонений, происходящих от одних только случайных ошибок.

*) Во многих случаях именно относительная ошибка является наилучшей характеристикой точности измерений.

Пусть имеется N значений какой-либо величины x . Возьмем ряд равноотстоящих значений этой величины x_i . Каждому из них будет соответствовать число n_i встречаемости значения x_i в ряду значений x . Очевидно, $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_m = N$. Теперь сравним распределение чисел n_i по x с нормальным распределением. Тогда мы получим наивероятнейшее значение $\bar{x}$ величины x и характеристику точности ее определения из наших N измерений. Положение максимума кривой Гаусса даст наивероятнейшее значение $\bar{x}$ измеренной величины, а точки перегиба дадут характеристику точности — среднюю квадратичную ошибку σ (величина σ^2 называется *дисперсией*). Нормальный закон распределения случайных ошибок дает 68% измерений, которые отличаются от наивероятнейшего значения $\bar{x}$ меньше, чем на σ , и 99,73% — меньше, чем на 3σ . Часто пользуются «правилом трех сигм» для исключения из рассмотрения таких измерений, которые можно отбросить как грубо ошибочные, так как их отклонения от $\bar{x}$ превосходят 3σ . Получив $\bar{x}$ и σ и отбросив все значения, выходящие за пределы $\pm 3\sigma$, повторяют описанное выше определение для получения окончательных значений $\bar{x}$ и σ . Вычисления ведутся по следующей схеме (римские цифры обозначают порядок записи и вычислений):

I	II	III	IV	VII	VIII	IX	X	XI
x_1	n_1	$x_1 n_1$	$x_1^2 n_1$	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x}) \frac{1}{\sigma} = \xi_1$	$\varphi(\xi_1)^*)$	$n_1'^{**})$	$n_1 - n_1'$
x_2	n_2	$x_2 n_2$	$x_2^2 n_2$	$x_2 - \bar{x}$	$(x_2 - \bar{x}) \frac{1}{\sigma} = \xi_2$	$\varphi(\xi_2)$	n_2'	$n_2 - n_2'$
x_3	n_3	$x_3 n_3$	$x_3^2 n_3$	$x_3 - \bar{x}$	$(x_3 - \bar{x}) \frac{1}{\sigma} = \xi_3$	$\varphi(\xi_3)$	n_3'	$n_3 - n_3'$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
x_m	n_m	$x_m n_m$	$x_m^2 n_m$	$x_m - \bar{x}$	$(x_m - \bar{x}) \frac{1}{\sigma} = \xi_m$	$\varphi(\xi_m)$	n_m'	$n_m - n_m'$
$\sum n_i = N$		$\sum x_i n_i$	$\sum x_m^2 n_m$	контроль ***) $\sum (n_i - n_i') \approx 0$				
V		VI						
$\frac{\sum x_i n_i}{N} = \bar{x}$		$\frac{\sum x_i^2 n_i}{N} - \bar{x}^2 = \sigma^2$						

На рис. 139 представлен пример обработки 575 фотометрических оценок блеска одной звезды постоянного блеска. Весь интервал полученных оценок был разбит на 17 участков по 0^m,05 каждый. Было

*) Величина $\varphi(\xi_i)$ — частота в нормальном распределении — берется по аргументу ξ из табл. 96.

**) Величина n_i' вычисляется по формуле

$$n_i' = \varphi(\xi_i) \frac{N}{\sigma} \Delta x,$$

где Δx — принятый интервал значений x .

***) При близости исследуемого распределения к нормальному сумма уклонений $\sum (n_i - n_i')$ должна быть близка к нулю.

подсчитано число оценок, приходящееся на каждый такой интервал. По приведенной выше схеме вычислены величины $\bar{x}=5^m,9897$, $\sigma=0^m,0938$, а также точки теоретической кривой Гаусса, которая лучше всего представляет распределение экспериментальных данных (изображенных кружками). Точка C соответствует $\bar{x}$ (это вершина кривой Гаусса), точки B и D отстоят от C на величину σ (считая вдоль

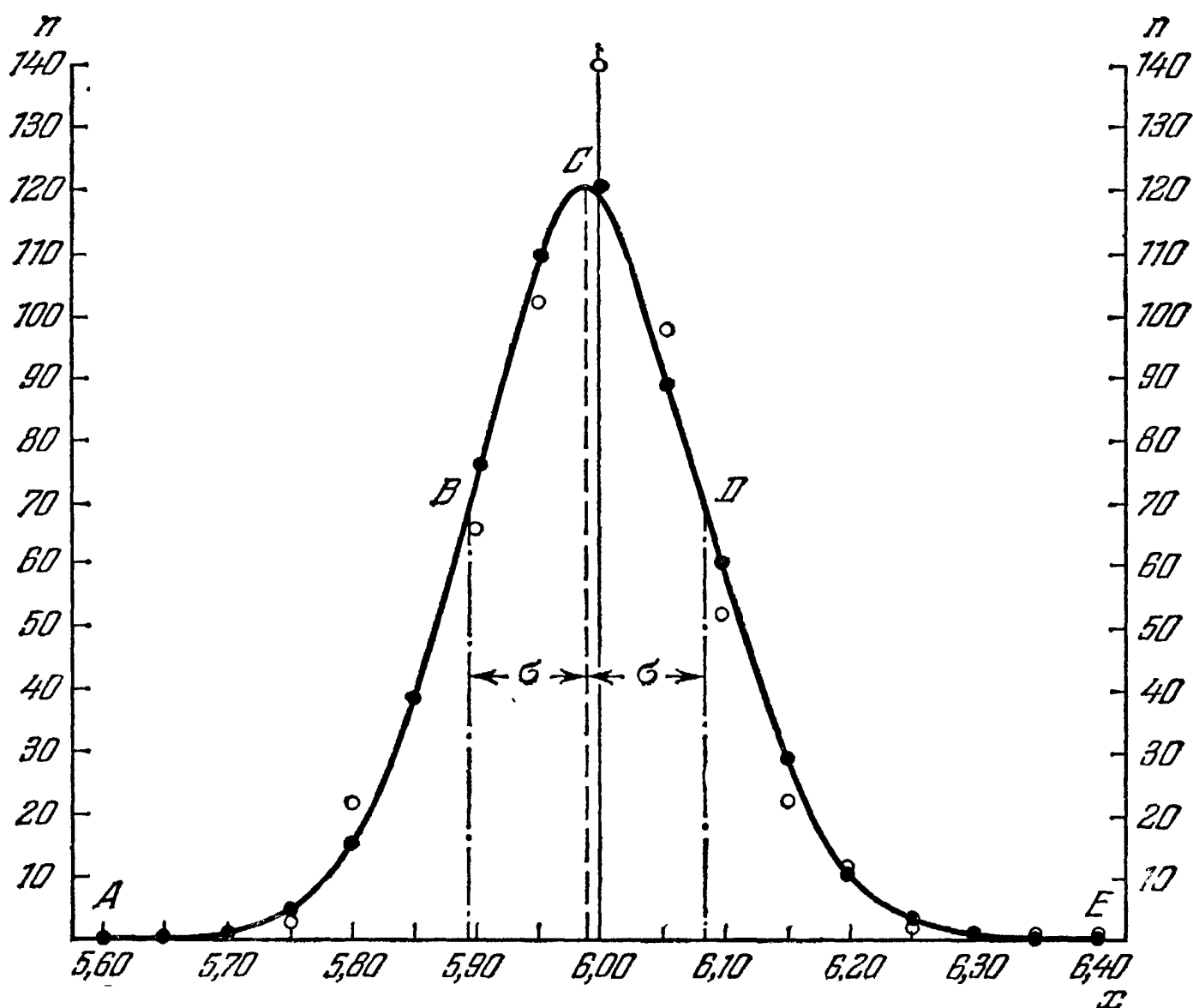


Рис. 139. Представление наблюдений гауссовой кривой.

оси x) *). Видно, что полученные из наблюдений оценки хорошо удовлетворяются гауссовой кривой и не обнаруживают каких-либо систематических ошибок.

Иногда природа изучаемого явления такова, что нормальному закону подчиняются не сами величины, а их логарифмы. Тогда наиболее вероятным значением измеряемой величины будет не среднее арифметическое, а *среднее геометрическое* измеренных величин, т. е.

$$\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n}.$$

Распределение Пуассона часто показывают случайные *дискретные величины*, т. е. такие, которые могут принимать не все возможные значения, а лишь определенные (дискретные), подчиняющиеся определенному правилу (например, последовательность целых чисел).

*) Точки B и C соответствуют точкам перегиба нормальной кривой.

При этом

$$y = \frac{\sigma^2 x \cdot e^{-\sigma}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots x},$$

где $e = 2,71\dots$ — основание натуральных логарифмов. Существуют и другие типы распределения ошибок, описания которых даны в специальных руководствах.

8. Корреляция

При обработке результатов наблюдений часто приходится иметь дело не с точной функциональной зависимостью между какими-либо двумя величинами, а с их *корреляционной зависимостью*, т. е. зависимостью, осуществляемой с определенной степенью вероятности. Степень взаимозависимости двух (в более сложных случаях — трех или нескольких) изменяющихся величин x и y выражается *коэффициентом корреляции* r^*). Он вычисляется по формуле

$$r = \frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (40)$$

где дисперсии σ_x^2 и σ_y^2 определяются формулами

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2, \quad \sigma_y^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (y_i - \bar{y})^2,$$

а $\bar{x}$ и $\bar{y}$ — средние значения x и y . Ошибка определения r равна

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}.$$

При n от 20 до 30 можно говорить о наличии корреляционной зависимости, если $r > 0,5$. При r , близком к единице, зависимость, как говорят, весьма *тесная*; σ_r будет величиной малой и одна величина будет достаточно уверенно определяться по другой. При r от 0,3 до 0,5 только при малых значениях ошибки σ_r (т. е. при большом числе n) можно говорить о *слабой* корреляционной зависимости между рассматриваемыми величинами.

9. Способ наименьших квадратов

Случай двух неизвестных. Как сказано выше, для отыскания наиболее вероятнейшего значения многократно измеренной величины надо определить наименьшую сумму квадратов отклонений отдельных измерений от ряда предполагаемых средних значений искомой величины.

Условными уравнениями способа наименьших квадратов называются уравнения вида

$$a_i x + b_i y = l_i,$$

*) Иначе говоря, r определяет степень приближения корреляционной зависимости к функциональной (т. е. точной).

в которых величины l_i получаются из наблюдений (с их неизбежными случайными ошибками), a_i и b_i — известные числа, различные для разных уравнений, x и y — неизвестные, подлежащие определению. Уравнений больше (обычно много больше), чем неизвестных. Отыскиваются наивероятнейшие значения x и y , которые удовлетворили бы совокупности условных уравнений возможно лучшим образом. Обозначим эти значения ξ и η . Если подставить эти значения в какое-нибудь уравнение, то получим выражение $a_i\xi + b_i\eta - l_i = \Delta_i$, где Δ_i — небольшая величина, называемая *остаточным уклонением*. Величины ξ и η получим, если удовлетворится требование, чтобы $\sum \Delta_i^2 = \min *$), т. е. чтобы сумма квадратов остаточных уклонений была минимальной. Это требование будет выполнено, если удовлетворятся следующие два условия:

$$\begin{aligned}\xi \sum a_i^2 + \eta \sum a_i b_i - \sum a_i l_i &= 0, \\ \xi \sum a_i b_i + \eta \sum b_i^2 - \sum b_i l_i &= 0.\end{aligned}$$

$\sum a_i b_i$ означает сумму произведений $a_i b_i$, $\sum b_i l_i$ — сумму произведений $b_i l_i$ и т. д. Ф. Гаусс предложил удобную форму обозначений членов этой системы *нормальных уравнений*:

$$\begin{aligned}[aa] x + [ab] y &= [al], \\ [ba] x + [bb] y &= [bl],\end{aligned}$$

где искомые неизвестные вновь обозначены x и y , а квадратные скобки обозначают соответствующие суммы произведений. В случае большего числа неизвестных число нормальных уравнений будет равно числу неизвестных. Система нормальных уравнений решается способом последовательного исключения по следующей схеме. Из первого уравнения, деля все его члены на $[aa]$, получают

$$x + \frac{[ab]}{[aa]} y = \frac{[al]}{[aa]}.$$

Это — *первое уравнение исключения*. Умножают это уравнение на $[ba]$ и вычитают его из второго нормального уравнения:

$$\begin{aligned}[ba] x + [bb] y &= [bl], \\ [ba] x + \frac{[ba][ab]}{[aa]} y &= \frac{[ba][al]}{[aa]}.\end{aligned}$$

Получают *второе уравнение исключения* с одним неизвестным y . В обозначениях Гаусса оно записывается так:

$$[bb1] y = [bl1],$$

откуда

$$y = \frac{[bl1]}{[bb1]}.$$

Полученное y подставляют в первое уравнение исключения, чтобы определить x . Задача определения наивероятнейших значений неизвестных x и y решена.

*) Это так называемый *принцип Лежандра*.

Веса неизвестных x и y равны:

$$p_x = [aa] \frac{[bb1]}{[bb]}, \quad p_y = [bb1].$$

Средние ошибки неизвестных равны:

$$\varepsilon_x = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{p_x}}, \quad \varepsilon_y = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{p_y}},$$

где $\varepsilon_0 = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n-2}}$ или $\varepsilon_0 = \sqrt{\frac{[p\Delta\Delta]}{n-2}}$.

Случай трех неизвестных. Приводим аналогичные формулы (в обозначениях Гаусса).

Условные уравнения:

$$a_i x + b_i y + c_i z = l_i.$$

Нормальные уравнения:

$$[aa] x + [ab] y + [ac] z = [al],$$

$$[ab] x + [bb] y + [bc] z = [bl],$$

$$[ac] x + [bc] y + [cc] z = [cl].$$

Уравнения исключения:

$$[aa] x + [ab] y + [ac] z = [al],$$

$$[bb1] y + [bc1] z = [bl1],$$

$$[cc2] z = [cl2],$$

где

$$[bb1] = [bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]},$$

$$[cc2] = [cc1] - \frac{[bc1]^2}{[bb1]},$$

$$[cl2] = [cl1] - \frac{[bl1][bc1]}{[bb1]} \text{ и т. д.}$$

Веса:

$$p_x = [aa] \frac{[bb1]}{[bb]} \cdot \frac{[cc2]}{[cc1]_a},$$

$$p_y = [bb1] \frac{[cc2]}{[cc1]},$$

$$p_z = [cc2], \quad \text{где } [cc1]_a = [cc] - \frac{[bc]^2}{[bb]}.$$

Средние квадратические ошибки неизвестных:

$$\varepsilon_x = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{p_x}}, \quad \varepsilon_y = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{p_y}}, \quad \varepsilon_z = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{p_z}},$$

где

$$\varepsilon_0 = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n-3}} \quad \text{или} \quad \varepsilon_0 = \sqrt{\frac{[p\Delta\Delta]}{n-3}}.$$

Подробное изложение теории случайных ошибок и способа наименьших квадратов см. в Постоянной части Астрономического Календаря (гл. VI), либо в книге Б. М. Щиголева «Математическая обработка наблюдений».

ГЛАВА III

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ОБЩЕЙ АСТРОНОМИИ

1. Астрономические координаты

Не имея возможности при непосредственных наблюдениях оценивать различие в расстояниях до небесных светил, мы все их относим

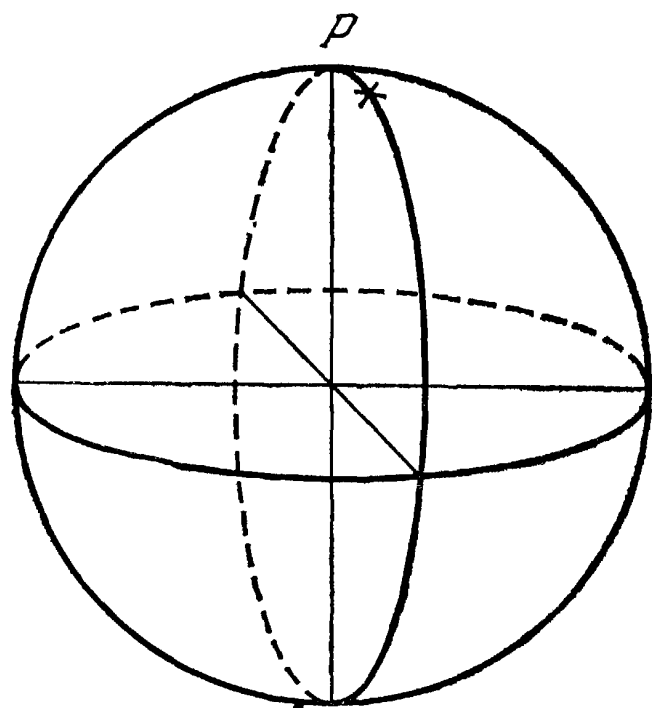


Рис. 140. Условное изображение небесной сферы (условное потому, что при таком положении смотрящего относительно основной плоскости полюс не может совпадать с точкой *P*, а будет находиться на обращенной к читателю полусфере, примерно в точке, отмеченной крестом).

на одно расстояние — на внутреннюю поверхность некоторой сферы, окружающей наблюдателя. *Небесная сфера* — это воображаемая сфера произвольного радиуса (рис. 140), которая позволяет заменить изучение взаимного расположения направлений на светила изучением взаимного расположения точек на сфере.

Непосредственно небо представляется нам в виде купола над нашей головой, или небосвода. Кажущаяся форма небосвода зависит от окружающей обстановки. В открытой местности купол неба представляется нам сплюснутым — ближе над головой, чем в горизонте; для наблюдателя, стоящего поблизости от высоких предметов, небосвод кажется уходящим дальше в высоту, чем вдоль горизонта.

Вопрос о кажущейся форме небосвода имеет значение при глазомерных оценках высот светил над горизонтом *), так как в силу

*)	Ист. <i>h</i>	15°	30°	45°	60°	75°	90°
	Кажущ. <i>h</i>	30°	50°	65°	75°	84°	90°

См. раздел «Суждения о форме и движении» в книге М. Миннарта «Свет и цвет в природе», «Наука», 1969.

сплюснутости небосвода мы всегда переоцениваем высоты светил. Степень сплюснутости зависит от состояния неба и от условий погоды.

Положение точки на сфере определяется *сферическими координатами*. Расстояния между точками на сфере измеряются центральными углами или соответственными *дугами больших кругов*.

Отвесная линия пересекает сферу в точках *зенита* и *надир* (рис. 141). Плоскость, перпендикулярная к отвесной линии и проходящая через центр сферы, называется *плоскостью горизонта*. В пересечении с небесной сферой она дает математический, или *истинный горизонт*.

Малые круги небесной сферы, параллельные горизонту, называются *альму-кантаратами*. Видимый горизонт, зависящий от рельефа местности и положения

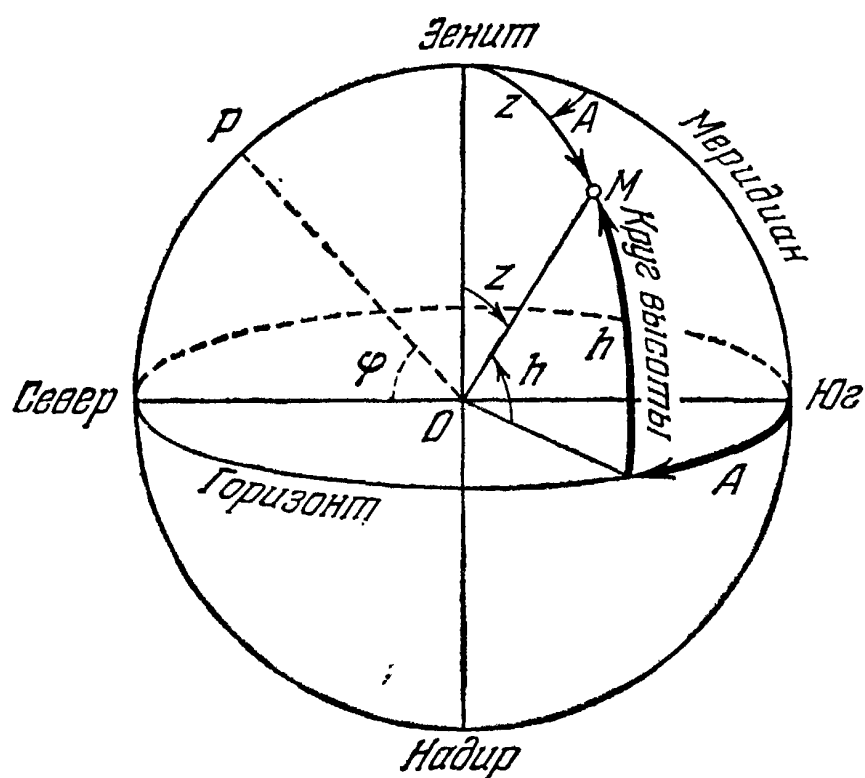


Рис. 141. Горизонтальная система координат (P — северный полюс мира, A — азимут светила M , h — высота светила, z — его зенитное расстояние, φ — широта места).

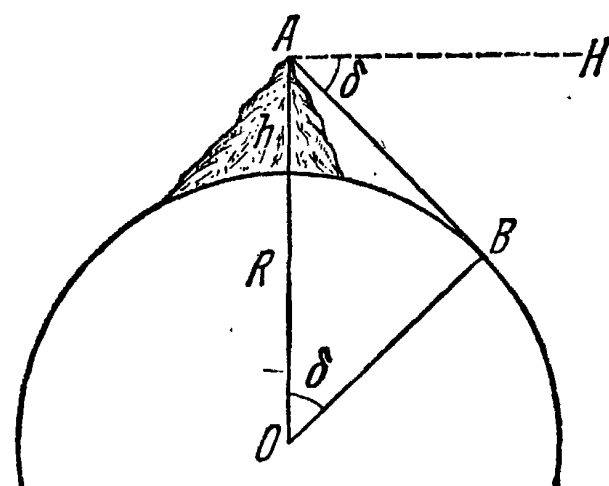


Рис. 142. Понижение горизонта и увеличение дальности горизонта.

наблюдателя, обычно расположен ниже математического. *Понижение видимого горизонта* тем больше, чем выше находится наблюдатель над уровнем земли. Это понижение горизонта ведет к увеличению дальности горизонта D (AB на рис. 142).

Понижение горизонта с учетом влияния рефракции (стр. 226) определяется формулой

$$\delta = 1,779 \sqrt{h}, \quad (41)$$

где h — высота точки наблюдения в метрах, а δ выражено в минутах дуги. Эта формула справедлива вполне лишь для ровной местности или в открытом море.

Дальность горизонта также можно вычислить по формуле

$$D_{(км)} = 3,86 \sqrt{h}, \quad (42)$$

в которой учтена рефракция (табл. XVIII).

Суточное вращение небесного свода отражает вращение земного шара вокруг своей оси. Одна точка северного неба при этом остается неподвижной. Это — *северный полюс мира*.

Таблица XVIII

Дальность горизонта в зависимости от высоты наблюдателя

$h, м$	$D, км$	$h, м$	$D, км$	$h, м$	$D, км$	$h, км$	$D, км$
1	3,9	25	19,5	200	55,1	2	174
2	5,5	30	21,4	250	61,6	3	214
3	6,8	40	24,6	300	67,6	4	246
4	7,8	50	27,6	400	78	5	276
5	8,7	60	30,2	500	87	10	356
6	9,6	70	32,6	600	96	30	617
7	10,3	80	34,9	700	103	50	794
8	11,0	90	37,0	800	110	100	1122
9	11,7	100	39,0	900	117	200	1572
10	12,3	125	43,6	1000	123	300	1917
15	15,1	150	47,8	1200	135	500	2444
20	17,4	175	51,6	1500	151	1000	3356

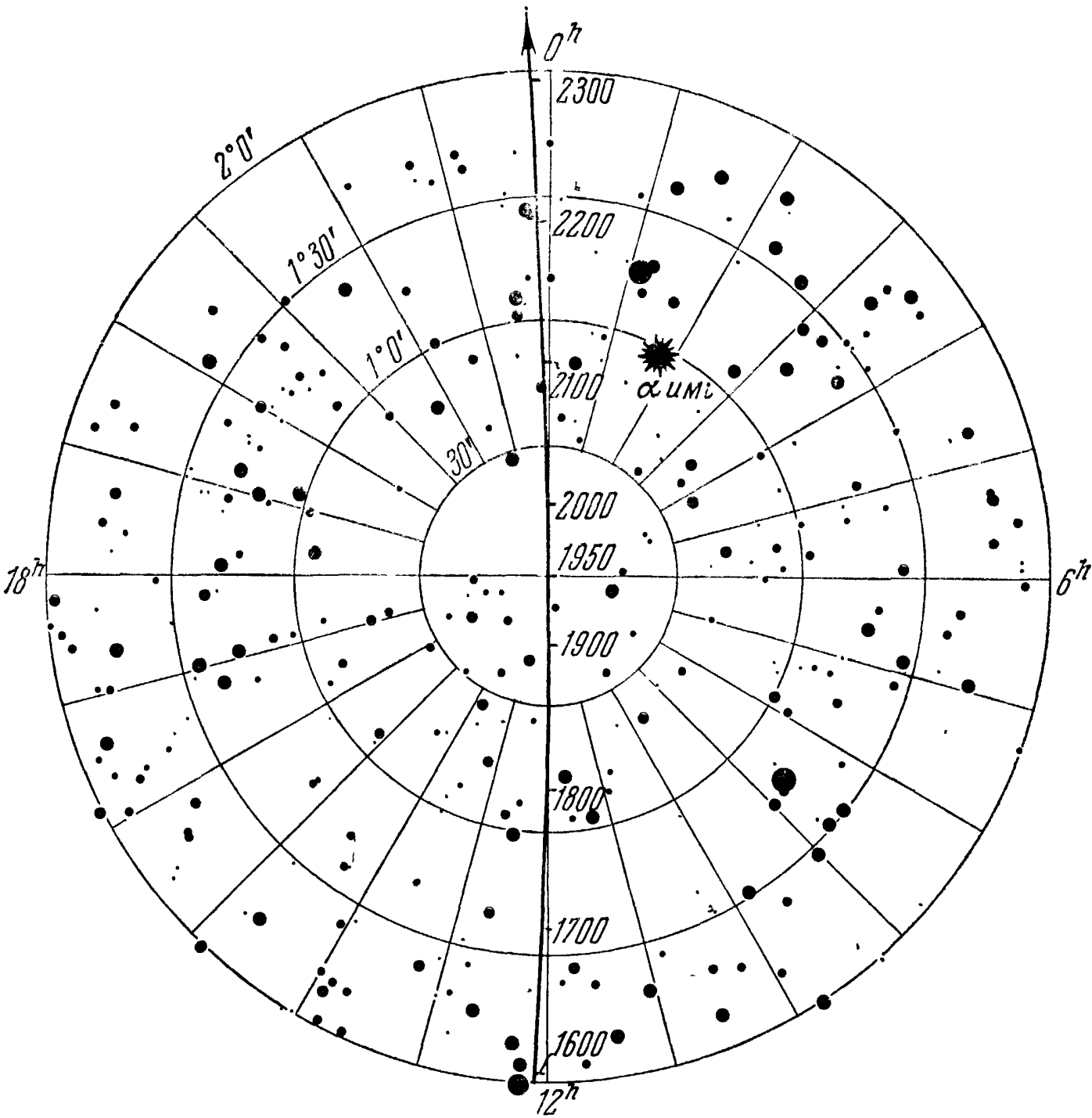


Рис. 143. Движение северного полюса мира с 1600 по 2300 г.

С течением времени положение полюса среди звезд медленно меняется вследствие *прецессии* (стр. 241). В настоящее время полюс мира находится вблизи α UMi (Полярной звезды). На рис. 143, показано движение северного среднего полюса мира с 1600 по 2300 год.

Высота полюса мира над горизонтом равна *географической широте* φ данного места. Через центр сферы и полюсы проходит воображаемая *ось вращения* небесной сферы (*ось мира*), параллельная оси вращения земного шара. Плоскость, перпендикулярная к оси мира, образует в пересечении с небесной сферой большой круг, называемый *небесным экватором* (рис. 144). Он отделяет северное полушарие неба от южного. Большие полуокружности, перпендикулярные к экватору и пересекающиеся в полюсах мира, называются *кругами склонений*.

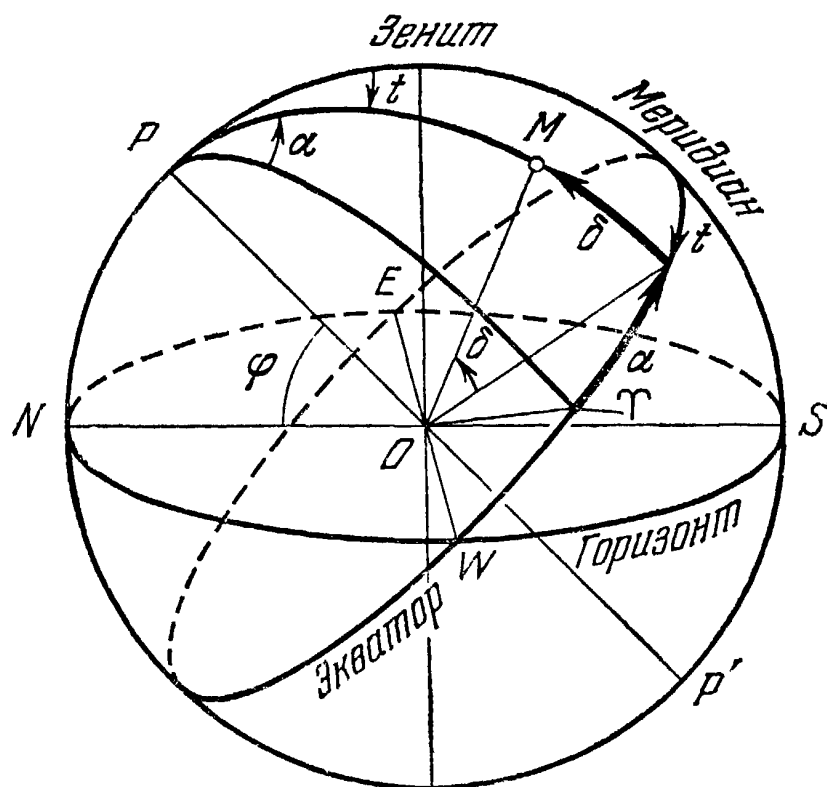


Рис. 144. Экваториальная система координат (P — северный полюс мира, φ — широта места наблюдения, α — прямое восхождение светила M , δ — его склонение, t — часовой угол светила, γ — точка весеннего равноденствия).

Вертикальная плоскость, проходящая через полюс и зенит, пересекается с небесной сферой по большому кругу, называемому *меридианом* (от латинского слова *meridies* — полдень). Вертикальная плоскость, перпендикулярная к плоскости меридиана, называется *плоскостью первого вертикала*. Плоскости меридиана и горизонта пересекаются по *полуденной линии*; меридиан с горизонтом пересекается в точках севера N и юга S , а первый вертикал — в точках востока E и запада W (рис. 145).

В горизонтальной системе астрономических координат (см. рис. 141) положение светила определяется его *высотой* h — дугой круга высоты между горизонтом и светилом и *азимутом* A — дугой горизонта от точки юга до точки пересечения круга высоты с горизонтом (или соответствующим углом при зените между меридианом и кругом высоты). Азимут отсчитывается от точки юга к западу от 0 до 360° ; таким образом, азимут точки запада равен 90° , точки востока 270° . Часто вместо высоты h определяют ее дополнение до 90° , называемое *зенитным расстоянием* z светила.

В экваториальной системе координат (см. рис. 145) одной координатой является *склонение* δ — дуга круга склонения от экватора до светила. Склонение считается положительным к северу и отрицательным — к югу. Иногда употребляют полярное расстояние p , равное $90^\circ - \delta$. Второй координатой является угол при полюсе (или соответственная дуга экватора) между меридианом и кругом склонения светила, называемый *часовым углом* t . Он отсчитывается от южной части меридиана к западу (т. е. в направлении

суточного движения небесной сферы), от 0^h до 24^h *). При часовом угле, равном нулю, светило пересекает меридиан, как говорят, находится в своей *верхней кульминации*. При $t=12^h$ звезда находится в *нижней кульминации*. Момент верхней кульминации центра Солнца называется *истинным полднем*, момент нижней кульминации — *истинной полночью*. Нижнюю кульминацию можно наблюдать только у светил, имеющих склонение δ больше $90^\circ - \varphi$. У всех светил, имеющих меньшие склонения, нижняя кульминация происходит под горизонтом.

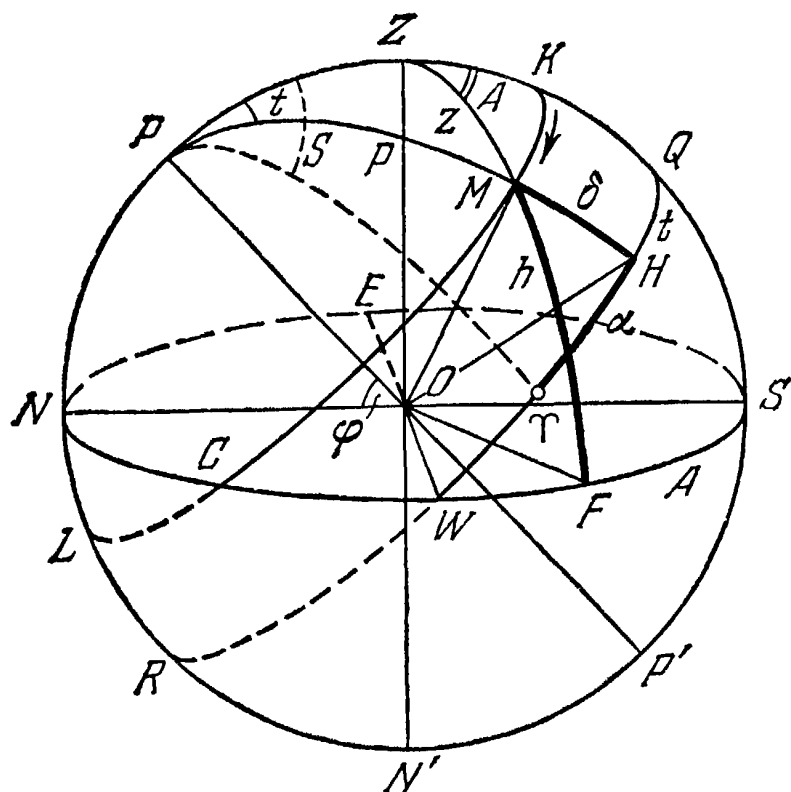


Рис. 145. Линии и точки на небесной сфере (для упрощения показана лишь передняя полусфера). P — северный полюс мира, P' — южный полюс мира; PP' — ось мира; Z — зенит, N' — надир, N — точка севера, W — точка запада, S — точка юга, E — точка востока, $NWSE$ — горизонт, NS — полуденная линия, $NPZS$ — меридиан, RWQ — небесный экватор, M — светило, $KMCL$ — суточная параллель светила, K — точка верхней кульминации светила, C — точка захода светила, L — точка нижней кульминации его, ZMF — круг высоты светила (иначе — вертикал светила), ZM — зенитное расстояние z светила, FM — высота h светила, SF — азимут A светила (дуга горизонта либо угол при зените), PMH — круг склонения светила, HM — склонение δ , PM — полярное расстояние p , QH — часовой угол светила t (дуга экватора либо угол при полюсе), Y — точка весеннего равноденствия, PY — колюр равноденствий, YH — прямое восхождение α , YQ — звездное время s , $PN = \varphi$ (высота полюса равна широте места φ).

В астрономии часто употребляется *параллактический треугольник* (рис. 145). Он имеет своими вершинами полюс P , зенит Z и светило M . Угол ZMP называется *параллактическим углом*.

Рисунок 147 позволяет решить вопрос о звездах, не заходящих на данной широте φ , и о звездах, недоступных наблюдению (не восходят). Звезды, имеющие склонение $\delta \geq 90^\circ - \varphi$, не заходят; звезды южного полушария, у которых численное значение склонения $\delta \geq 90^\circ - \varphi$, недоступны для наблюдения. Через зенит проходят во время верхней кульминации звезды, имеющие склонение $\delta = \varphi$.

Звезда, кульминирующая севернее зенита, изменяет свой азимут A лишь в некоторых пределах. В какие-то моменты она достигает наибольшего удаления (*наибольшей элонгации* или *наибольшей дигрессии*) от меридиана (к западу или к востоку).

Особый интерес представляют наибольшие элонгации околополярных звезд. Из параллактического треугольника PMZ (рис. 146) следует, что в эти моменты для звезд с координатами α и δ в месте с широтой φ

$$\cos t = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \delta}, \quad \cos z = \frac{\sin \varphi}{\sin \delta} \quad \text{и} \quad \sin \alpha = \frac{\cos \delta}{\cos \varphi},$$

*) Изредка для удобства условно говорят о восточном часовом угле точки восхода светила и о западном часовом угле точки захода, либо говорят в первом случае об отрицательном часовом угле.

откуда звездное время элонгаций

$$S_{\text{ЗАН}} = \alpha + t, \quad S_{\text{ВОСТ}} = \alpha - t,$$

а азимуты

$$A_{\text{зап}} = 180^\circ - a, \quad A_{\text{вост}} = 180^\circ + a.$$

Рисунок 148 дает общее представление о вращении небесного свода для мест земной поверхности, находящихся на разных широтах (от северного до южного полюса). Стрелками обозначено направление на

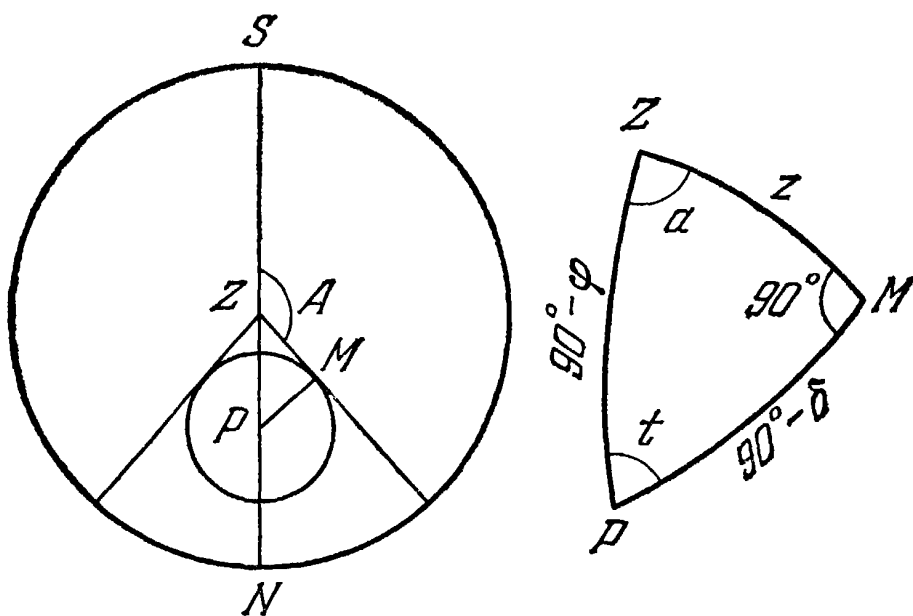


Рис. 146. Параллактический треугольник.

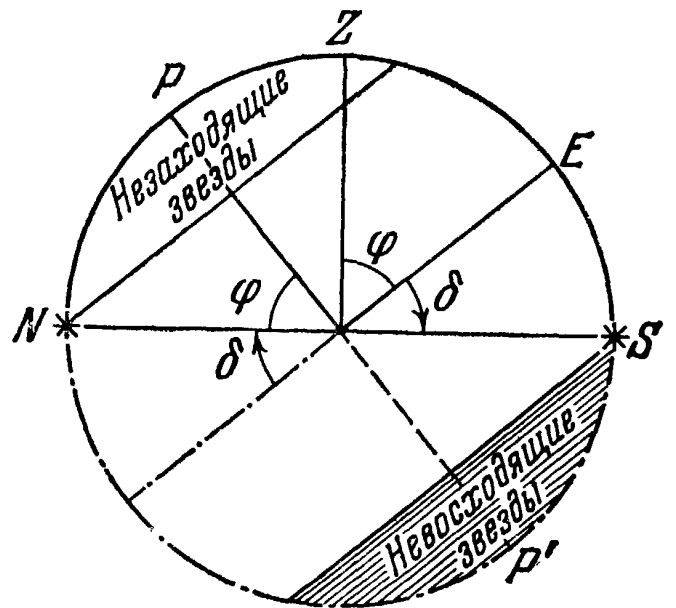


Рис. 147. Проекция небесной сферы на плоскость меридиана.

северный полюс мира и направление вращения небесной сферы. Плоскость горизонта места наблюдения везде заштрихована. В южном полушарии Земли вращение небесного свода происходит «справа налево», к чему несомненно привыкают путешественники из северного полушария.

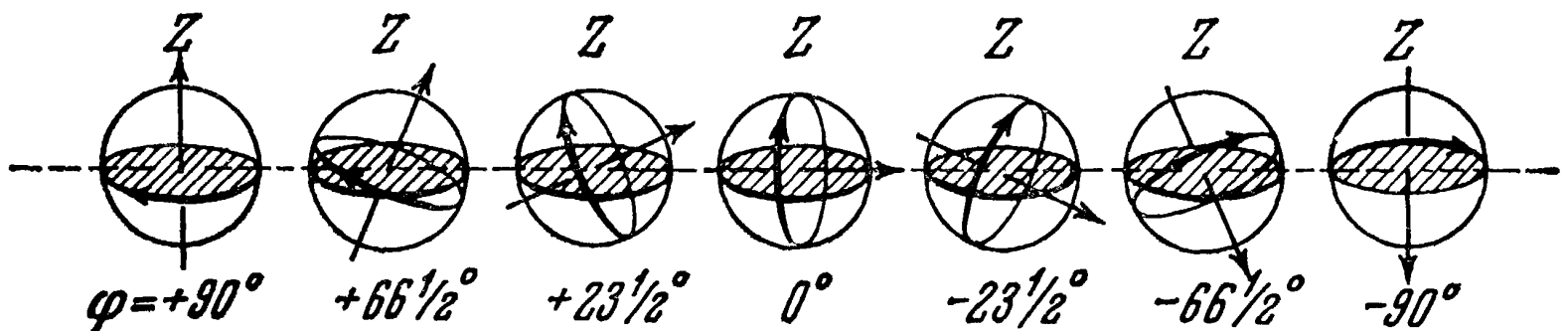


Рис. 148. Вращение небесной сферы на различных широтах (вид с восточной стороны).

Зенитное расстояние светила в верхней кульминации равно $z_S = \varphi - \delta$, либо $z_N = \delta - \varphi$, в зависимости от того, на юг (S) или на север (N) от зенита кульминирует светило. Если не учитывать рефракцию, а для Солнца и Луны не учитывать их диаметры, то часовые углы t точек восхода и захода светил и их азимуты A определяются по формулам

$$\cos t = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta, \quad \cos A = -\frac{\sin \delta}{\cos t}. \quad (43)$$

Азимуты: положительный для захода, отрицательный для восхода.
Звездное время:

момента восхода $s_B = \alpha - t$, захода — $s_s = \alpha + t$.

Точки восхода и захода светила (и, следовательно, время его пребывания над горизонтом), а также высота в меридиане зависят только от широты места наблюдения и от склонения светила.

Формула (43) является частным случаем (при $z=90^\circ$) более общей формулы, определяющей часовой угол t светила, имеющего склонение δ и наблюдаемого в месте с широтой φ на зенитном расстоянии z :

$$\cos t = \frac{\cos z - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta}. \quad (44)$$

При известных φ и δ каждое измерение z светила может дать его часовой угол t .

Широту места φ можно определить по измерениям z двух звезд с известными δ , кульминирующими одна на юг, а другая на север от зенита:

$$\varphi = \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}.$$

Изменение полуденной высоты Солнца в течение года и изменение вида ночного неба говорят нам, что положение Солнца среди звезд непрерывно меняется. Солнце движется среди звезд навстречу суточному движению небесной сферы (с запада на восток). Это является отражением обращения Земли вокруг Солнца. Видимый путь Солнца среди звезд называется *эклиптикой* (см. Приложение IV). Эклиптика есть большой круг небесной сферы, к которому наклонен экватор на угол $\varepsilon=23^\circ 27'$. О видимом движении Солнца среди звезд см. стр. 232.



Рис 149. Способ приближенного определения положения точки весеннего равноденствия

Эклиптика и экватор пересекаются в двух точках. Точкой *весеннего равноденствия* называется та точка пересечения эклиптики с небесным экватором, в которой центр Солнца около 21 марта переходит из южной половины небесной сферы в северную; она обозначается знаком Υ (знак зодиакального созвездия Овна, где находилась точка весеннего равноденствия во времена Гиппарха). От точки весеннего равноденствия отсчитывается прямое восхождение α (α и δ составляют *вторую систему экваториальных координат*). Эта координата определяет положение круга склонения светила относительно *равноденственного*

колюра — круга склонения, проходящего через точку весеннего равноденствия (расположение равноденственного колюра относительно звезд показано схематически на рис. 149).

Прямое восхождение выражается в часовой мере, т. е. в часах, минутах и секундах, и отсчитывается вдоль экватора в направлении, противоположном суточному вращению небесной сферы, от 0^h до 24^h .

Так как вследствие прецессии (стр. 241) γ непрерывно смещается, необходимо указывать год, к равноденствию которого относятся координаты (например, α_{1950} , δ_{1950}).

Прямое восхождение какой-нибудь звезды можно определить, измерив склонение Солнца (днем) и определив точный момент кульминации звезды (ночью). Прямое восхождение Солнца в момент наблюдения вычислим по формуле

$$\sin \alpha_{\odot} = \frac{\operatorname{tg} \delta_{\odot}}{\operatorname{tg} \varepsilon},$$

где ε — известный угол наклона эклиптики к экватору (рис. 150). Разность моментов наблюдения звезды и Солнца при измерении $\delta_{\odot}$ даст разность их прямых восхождений. Прибавив к этой разности вычисленное прямое восхождение Солнца (с учетом его изменения за промежуток времени между дневным и ночным наблюдениями), получим прямое восхождение звезды. Это — схема абсолютных определений прямых восхождений звезд.

Если принять за основную плоскость системы сферических координат эклиптику, то мы получим *эклиптическую систему координат*,

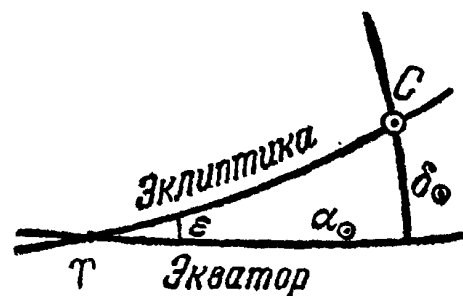


Рис. 150. К определению прямого восхождения Солнца.

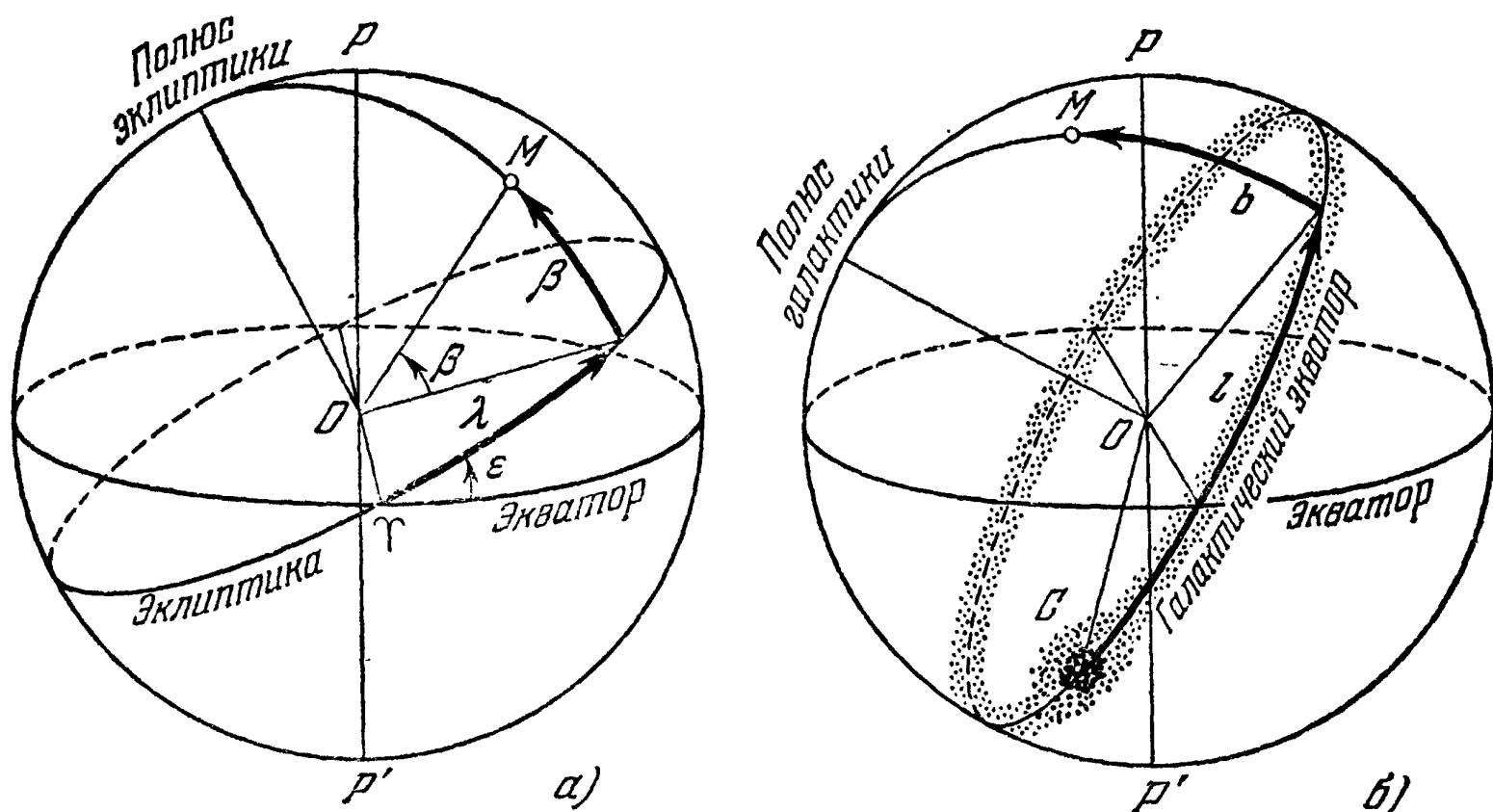


Рис. 151. Эклиптическая (а), и галактическая (б) системы координат. P , P' — северный и южный полюсы мира, γ — точка весеннего равноденствия, λ — долгота и β — широта светила, S — центр Галактики, ε — угол наклона эклиптики к экватору, l — галактическая долгота, b — галактическая широта светила.

в которой положение светила определяется астрономической долготой λ и астрономической широтой β (рис. 151). Долгота λ отсчитывается вдоль эклиптики от точки весеннего равноденствия в направлении возрастания α до точки пересечения эклиптики с *кругом широты* *)

*) Кругом широты называется большой круг небесной сферы, проходящий через светило и полюсы эклиптики.

светила и выражается в градусах. Широта β отсчитывается по кругу широты в обе стороны от эклиптики от 0° до $\pm 90^\circ$. Северный полюс эклиптики имеет экваториальные координаты $\alpha = 18^h$ и $\delta = +66\frac{1}{2}^\circ$ и находится в созвездии Дракона; южный полюс имеет координаты $\alpha = 6^h$ и $\delta = -66\frac{1}{2}^\circ$ и находится в созвездии Золотой Рыбы. Эклиптические координаты широко применяются при исследовании планетных движений.

В зависимости от положения центра небесной сферы мы можем получить *топоцентрические* (начало координат в месте наблюдения), *геоцентрические* (начало координат в центре Земли) либо *гелиоцентрические* (начало координат в центре Солнца) координаты *).

Система галактических координат (рис. 151) имеет своей основной плоскостью среднюю плоскость Млечного Пути — так

называемую плоскость Галактики, которая пересекается с небесной сферой по *галактическому экватору*. Она наклонена на 62° к плоскости небесного экватора. Галактическая долгота l отсчитывается по галактическому экватору от центра Галактики в направлении возрастания прямых восхождений и выражается в градусах. Галактическая широта b отсчитывается от галактического экватора в обе

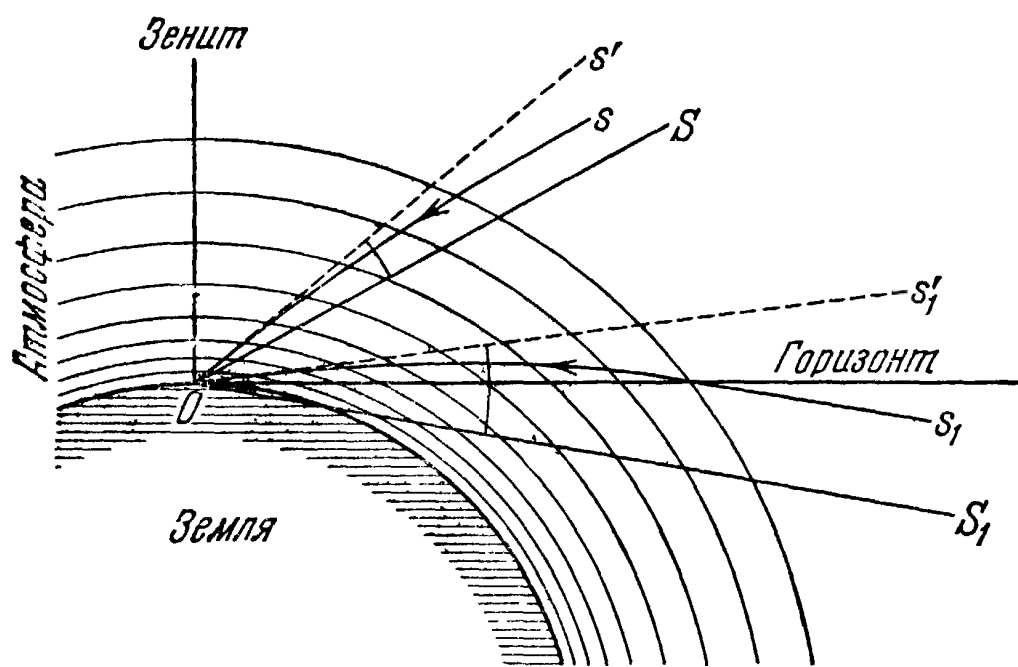


Рис. 152. Влияние атмосферной рефракции (схематический рисунок). Светило S_1 находится под горизонтом, но вследствие рефракции мы видим его над горизонтом по направлению s_1' ; светило S мы видим по направлению s'

стороны до $\pm 90^\circ$ **). Северный полюс Галактики имеет экваториальные координаты $\alpha_{1950} = 12^h 49^m$, $\delta_{1950} = +27^\circ,4$ (созвездие Волос Вероники). Галактические координаты широко используются в звездной астрономии и радиоастрономии ***).

Положение центра Галактики ($l^I = 0^\circ$, $b^I = 0^\circ$) в старой системе соответствует координатам $l^I = 327^\circ,69$, $b^I = -1^\circ,40$.

В Приложении XI дан простой график для приближенного перевода экваториальных координат в новые галактические.

Рефракция. При всех наблюдениях, связанных с точным измерением зенитных расстояний, надо учитывать влияние преломления света в земной атмосфере — *рефракцию*, о которой было известно еще

*) Если центр небесной сферы поместим в центр какой-нибудь планеты, получим *планетоцентрические* координаты (см. сноску на стр. 78).

**) Краткие таблицы перевода экваториальных координат в галактические см. в табл. 81.

***) До 1958 г. принимались координаты полюса Галактики $\alpha_{1900} = 12^h 40^m$, $\delta_{1900} = +28^\circ$, а галактические долготы отсчитывались от *восходящего узла* Млечного Пути ($\alpha = 18^h 40^m$) (они стали теперь обозначаться l^I , b^I , тогда как новые координаты — l^{II} , b^{II} , либо вовсе без значков — l , b).

во времена Птолемея. Вследствие рефракции зенитное расстояние светила уменьшается (рис. 152), т. е. светило приподнимается над горизонтом. Угол рефракции зависит от зенитного расстояния светила, он возрастает с увеличением z . При $z=90^\circ$, т. е. у горизонта, мы имеем горизонтальную рефракцию. Ее принимают приблизительно равной $35'$, хотя в каждом месте истинное ее значение может меняться (от $\sim 30'$ до $\sim 40'$) в зависимости от местных и метеорологических условий. При сильных вертикальных и горизонтальных перемещениях воздушных масс разной температуры и плотности рефракция непрерывно меняется, следствием чего является мерцание звезд и беспокойные изображения планет и деталей Солнца и Луны в телескоп.

До $z=70^\circ$ можно принять, что рефракция R меняется пропорционально тангенсу видимого зенитного расстояния:

$$R = 58'', 2 \cdot \operatorname{tg} z, \quad (45)$$

где число $58'', 2$ есть коэффициент так называемой *средней рефракции* (он равен рефракции при $z=45^\circ$), при вычислении которого принимаются за нормальные условия атмосферное давление $B=760$ мм и температура $t^\circ=+10^\circ$ С. Табл. 68А дает рефракцию для этих условий. По данным этой таблицы можно составить график, с которого снимать значения R для нужных значений z .

Так как преломление света зависит от плотности воздуха, то для более точного вычисления рефракции надо учесть барометрическое давление B и температуру t° .

Таблицы 68Б и 68В дают поправки за температуру и давление при $R < 6'$.

Точный учет рефракции является сложной задачей, для решения которой специально составлены подробные таблицы. Наиболее употребительными являются Пулковские таблицы средней рефракции *).

Следствиями рефракции являются увеличение продолжительности полярного дня в северных широтах и искажение формы дисков Солнца и Луны у горизонта при их восходе и заходе (рис. 153).

Чтобы узнать продолжительность дня от восхода верхнего края Солнца до его захода с учетом рефракции на горизонте, углового радиуса Солнца и суточного параллакса светила, надо к t_0 , вычисленному по формуле (43), прибавить поправку

$$\Delta t = -\frac{d}{15} \frac{\sec \varphi \sec \delta}{\sin t}, \quad (46)$$

где $d=\pi-R-\rho$ (в минутах дуги), π — параллакс, $R \approx 16'$ — радиус диска для Солнца и Луны, $\rho=35'$ — горизонтальная рефракция. Величина $d/15$ равна $2^m, 3$ для звезд (π принимается равным нулю), $3^m, 3$ для Солнца ($\pi=8'', 8$) и $0^m, 2-0^m, 7$ для Луны (параллакс Луны меняется от $53'$ до $61'$).

Таким образом, $t=t_0+\Delta t$. Сумма двух часовых углов дает полную продолжительность дня.

*) Рефракция радиоволн сантиметрового и дециметрового диапазонов приблизительно в 1,55 раза больше рефракции оптических лучей.

Азимут точки захода $A = \sin d \operatorname{tg} \varphi - \frac{\sin \delta}{\cos \varphi}$ или, иначе,

$$A = A_0 - d \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\sin A_0}, \quad \text{где} \quad A_0 = -\frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \quad [\text{см. формулу (43)}].$$

Сумерки. Действительная продолжительность дня определяется появлением и исчезновением на уровне видимого (а не математического) горизонта верхнего края Солнца. Сложнее определение понятия

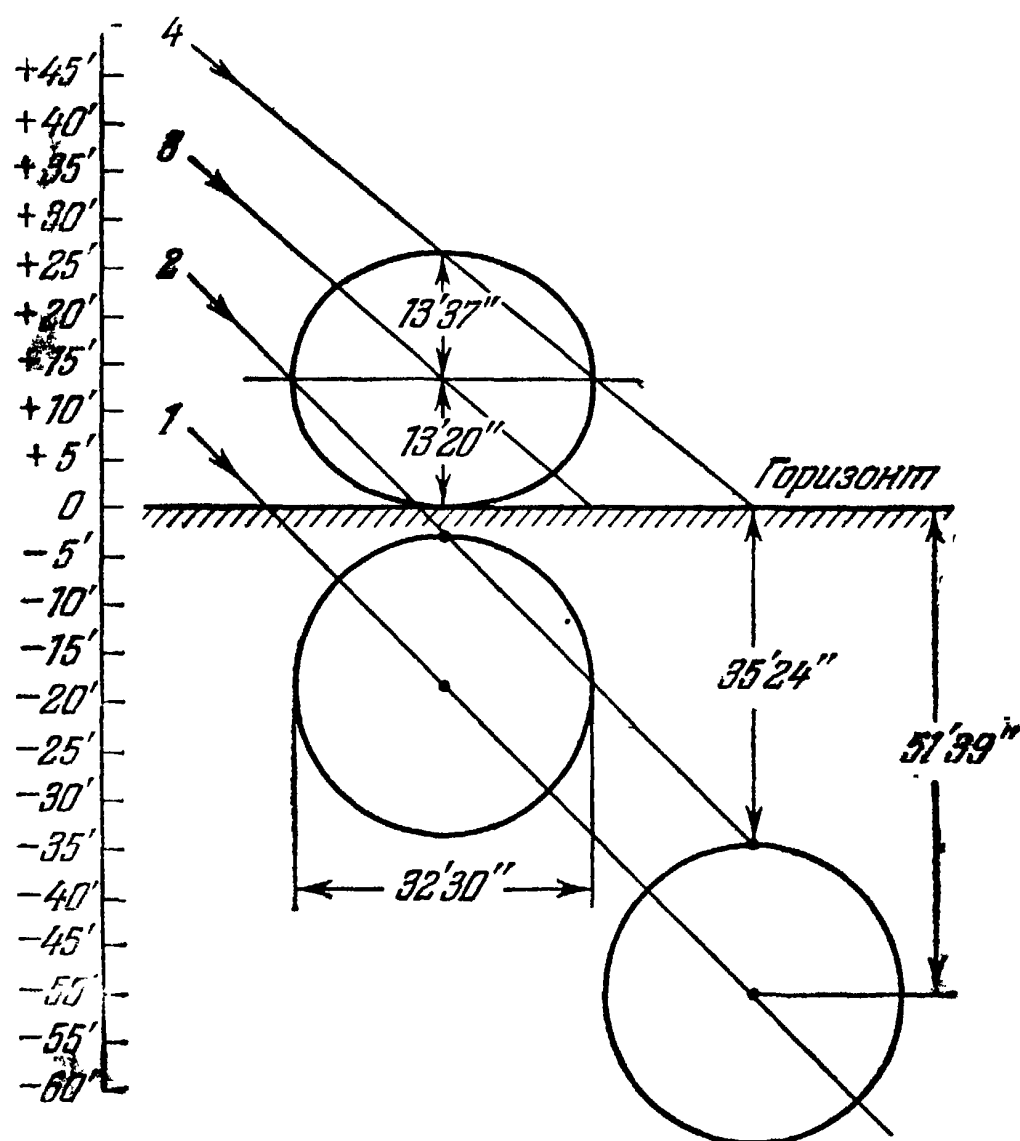


Рис. 153 К увеличению продолжительности дня вследствие рефракции. 1 — истинный путь центра солнечного диска, 2 — истинный путь верхнего края диска, 3 — видимый путь центра диска, 4 — видимый путь верхнего края диска.

ночи, так как между днем и ночью делятся более или менее продолжительные *вечерние* и *утренние сумерки*. Находясь под горизонтом, Солнце освещает земную атмосферу, а рассеянные ею лучи создают сумеречное освещение.

Продолжительность сумерек зависит от широты места наблюдения и от склонения Солнца. Различают *сумерки гражданские* и *астрономические*. В морском и речном деле, кроме того, различают *навигационные сумерки*. Конец вечерних гражданских сумерек определяется необходимостью включения искусственного освещения для безопасности уличного движения. Это совпадает с погружением Солнца под горизонт на 6° . Когда Солнце опустится под горизонт ниже, чем на 12° , нельзя уже ориентироваться на воде без сигнальных огней. При погружении Солнца на 18° под горизонт наступает конец астрономиче-

ских сумерек, характеризующийся резким увеличением видимости слабых звезд и исчезновением в спектре неба непрерывного свечения и фраунгоферовых линий. Продолжительность сумерек Δt можно вычислить по формуле

$$\cos(t_0 + \Delta t) = \frac{\sin h_{\odot} - \sin \varphi \sin \delta_{\odot}}{\cos \varphi \cos \delta_{\odot}}, \quad (47)$$

где t_0 — часовой угол точки восхода или заката (без учета рефракции и т. д.), а $h_{\odot} = -6^{\circ}$ для гражданских и -18° для астрономических сумерек. В тех широтах, где зенитное расстояние центра Солнца в нижней кульминации меньше 108° (но больше чем $90^{\circ}50'$), сумерки делятся «всю ночь» (так бывает, например, во время «белых ночей» в июне — июле в Ленинграде).

Приложение VI дает возможность приближенного расчета продолжительности сумерек. В астрономических ежегодниках помещены подробные таблицы, по которым можно точно определить моменты начала и конца сумерек. Рис. 154, который можно составить в любом масштабе для любой широты, позволит ориентироваться при составлении программы наблюдений.

Проблема сумерек является, в сущности, проблемой освещенности. При безоблачном небе в конце гражданских сумерек освещенность горизонтальной поверхности равна 0,1 люкса *), в конце навигационных сумерек — 0,006 люкса, в конце астрономических — 0,0006 люкса. С этой точки зрения наличие облачности и лунное освещение влияют на моменты наступления и на продолжительность сумерек.

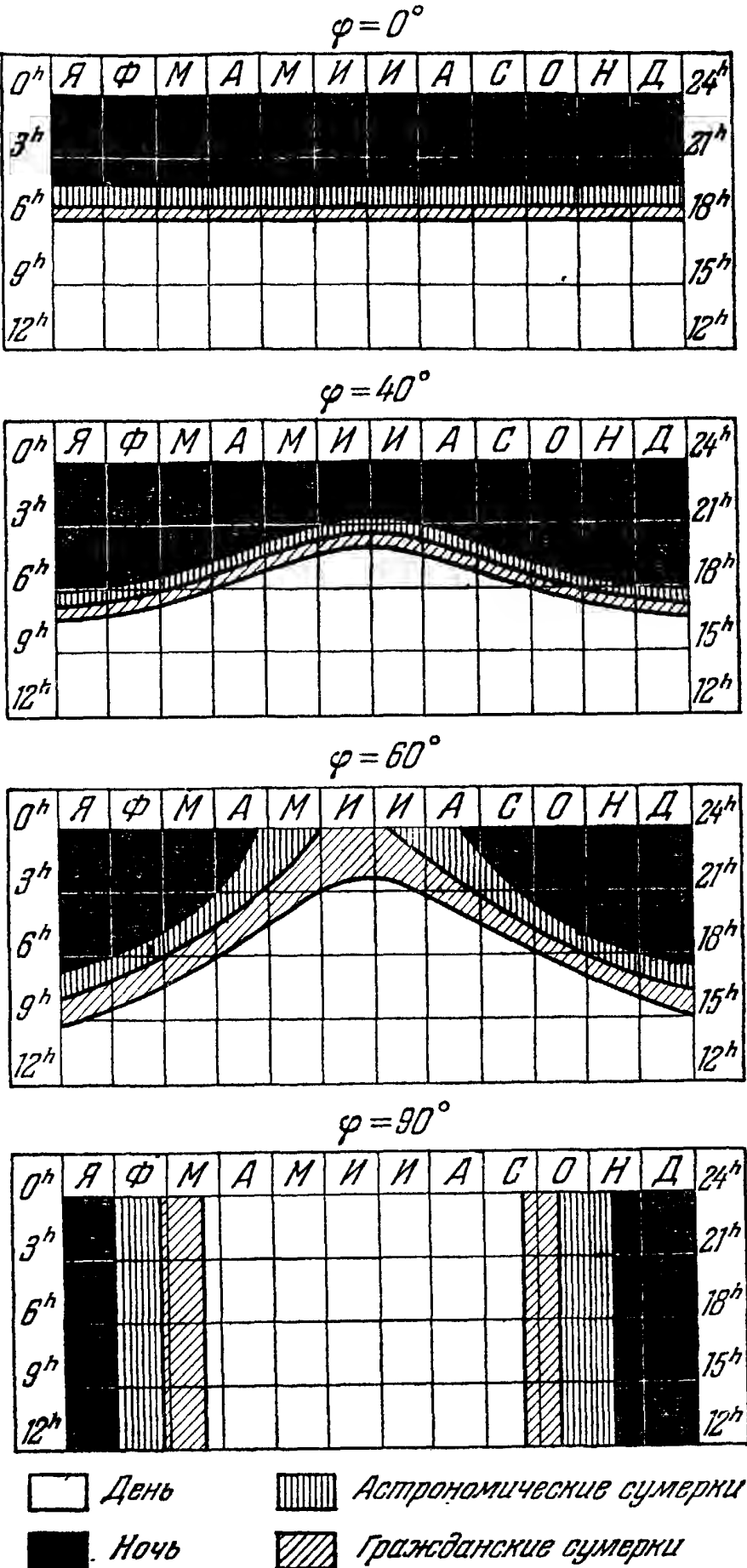


Рис. 154. Моменты местного среднего времени начала и конца (а отсюда и продолжительность) дня, ночи, гражданских и астрономических сумерек в северном полушарии Земли от экватора ($\varphi = 0^{\circ}$) до полюса ($\varphi = 90^{\circ}$).

*) Люкс — освещенность, создаваемая точечным источником в 1 международную свечу на расстоянии 1 м на поверхности, перпендикулярной к лучам (табл. 6).

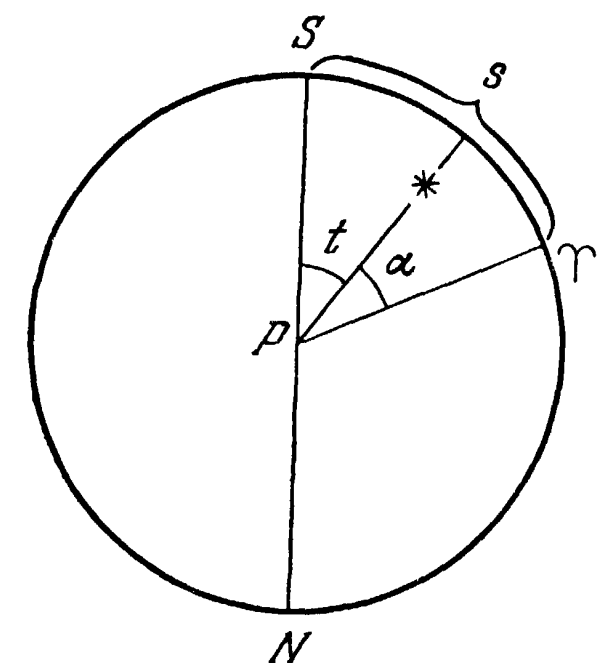
2. Измерение времени

Объективно существующий мир представляет собой нерасторжимое единство движущейся материи и времени и пространства. Время и пространство с необходимостью определены, порождены самим бытием материи. Все сказанное обычно выражают словами: пространство и время суть формы существования материи. Время в жизни человеческого общества, в естествознании, в точных науках является измеряемой величиной, определяющей последовательность событий, промежутки между ними и скорость течения различных процессов. Изучение явлений природы, протекающих во времени, требует специаль-

ного внимания к вопросам измерения времени. Равномерное вращение небесного свода, отражающее равномерное вращение земного шара вокруг своей оси *), дало первую основу для измерения времени. Различные способы выражения промежутков времени, рассмотренные ниже, являются лишь разными системами счета времени.

Звездное время. Наблюдение суточного вращения звездного неба приводит к понятию *звездного* времени. *Звездными сутками* называется промежуток времени между двумя последовательными одноименными (например, верхними) кульминациями точки весеннего равноденствия. Звездные сутки начинаются в момент ее верхней кульминации. Звездное время измеряется часовым углом точки весеннего равноденствия.

Рис. 155 Проекция небесной сферы на плоскость экватора. Звездное время s равно прямому восхождению светила α плюс его часовой угол t .



Как легко видеть на рис. 155, представляющем собой вид северного полушария небесной сферы сверху, для каждого светила справедливо соотношение

$$s = \alpha + t. \quad (48)$$

Отсюда получаем, что звездное время численно равно прямому восхождению светил, находящихся в верхней кульминации (когда $t=0$). Это дает способ определения *поправки часов*, идущих по звездному времени (*звездных часов*), путем наблюдения моментов кульминации звезд с известными α .

Для приближенного определения звездного времени в какой-нибудь момент среднего времени служит номограмма М. С. Зверева (Приложение XII). Она дает возможность ориентироваться в том, какие звезды кульминируют в данный момент и по звездной карте определить ожидаемый вид звездного неба.

Вследствие прецессии (стр. 241) положение точки γ не остается неизменным: она медленно перемещается вдоль эклиптики к западу

*) О неравномерности вращения см. стр. 231.

на $50'',24$ в год или на $0'',138=0^s,0084$ в сутки. На эту величину звездные сутки короче периода вращения Земли. Помимо того, длина звездных суток не постоянна, а периодически меняется вследствие нутации (стр. 243), также смещающей γ . Поэтому в специальных астрономических работах приходится иногда вводить, по аналогии с истинным и средним солнечным временами (стр. 233—234), понятия *истинного* и *среднего звездных времен*.

Среднее звездное время определяется положением средней точки весеннего равноденствия, движущейся равномерно вдоль экватора, в то время как истинная точка весеннего равноденствия будет определять истинное звездное время.

При исключительной точности, которую способны дать так называемые *кварцевые часы* *) (точность определения промежутков времени составляет 10^{-8} от величины самого промежутка), а также *атомные* или *молекулярные часы* (точность 10^{-11} связана со стабильностью собственных колебаний молекул и атомов этих веществ), обнаружилось, что само вращение земного шара происходит не так идеально равномерно, как это предполагалось до сих пор.

Во вращении Земли можно выделить три основные неравномерности: 1) вековое замедление вследствие приливного трения (сутки увеличиваются на $0,0016$ сек в столетие); 2) сезонные изменения, связанные, по-видимому, с переносом воздушных и водных масс; быстрее всего Земля вращается в августе и медленнее всего в марте; разница между самыми короткими сутками в августе и самыми длинными в марте составляет $0,0025$ сек; 3) нерегулярные скачкообразные изменения длины суток, меняющие их продолжительность до $0,005$ сек; они имели место в 1864, 1876, 1898, 1920 и 1956 гг. Причины их пока не установлены.

Неравномерность вращения Земли заставила астрономов ввести особое — *ньютоновское*, или *эфемеридное*, время, текущее совершенно равномерно. В основе этого счета времени лежит определение эфемеридной секунды как $1/31556925,9747$ части тропического года эпохи 1900 года. Эфемеридное время употребляется для анализа движений небесных тел и предвычисления их положений (*вычисления эфемерид*). Для перехода от неравномерного всемирного времени УТ к эфемеридному ЕТ надо ввести поправку, которая определяется на основе теории движения Луны и точных наблюдений положений Луны среди звезд.

Эта поправка

$$\Delta T^s = ET - UT = +24^s,349 + 72^s,318 T + 29^s,950 T^2 + 1,82144 B'',$$

где T — в юлианских столетиях от 1900 янв. 0 12^h ЕТ, а B'' — флуктуации долготы Луны (получающиеся из сопоставления вычисленных и наблюденных долгот Луны). Приводимая здесь таблица дает представление о поправке ΔT , которая довольно плавно изменяется между табличными датами.

*) Работа этих часов основана на стабильности собственных колебаний пластинки кварца в переменном электрическом поле. Их частота — несколько тысяч колебаний в секунду.

Дата	ΔT	Дата	ΔT	Дата	ΔT	Дата	ΔT
1900,5	$-3^s 79$	1920,5	$+20^s 48$	1940,5	$+24^s 30$	1960,5	$+33^s 29$
1905,5	$+3,26$	1925,5	$+22,55$	1945,5	$+26,57$	1965,5	$+35,5$
1910,5	$+10,28$	1930,5	$+23,18$	1950,5	$+29,42$	1967,5	$+36,6$
1915,5	$+16,39$	1935,5	$+23,63$	1955,5	$+31,59$	1970,5	$+38,0$

Видимое движение Солнца среди звезд и измерение времени.
Путь Солнца среди звезд, эклиптика, проходит через 12 созвездий, называемых *зодиакальными*. Среднее движение Солнца среди звезд составляет 59',8" в сутки.

В поясе Зодиака, шириной 15—20°, проходят также видимые пути Луны, планет и большинства астероидов. Пути многих комет и некоторых астероидов выходят за пределы этого пояса; их орбиты наклонены под большими углами к эклиптике. Начиная от Υ , в сторону возрастания α (с запада на восток) расположены следующие зодиакальные созвездия:

Рыбы	} Солнце проходит их в течение весны	Дева	} Солнце проходит их в течение осени
Овен		Весы	
Телец		Скорпион	
Близнецы	} Солнце проходит их в течение лета	Стрелец *)	} Солнце проходит их в течение зимы
Рак		Козерог	
Лев		Водолей	

В старину положение Солнца на эклиптике отмечали знаками Зодиака (см. табл. 1), которыми определяли отдельные участки (по 30° долготы каждый) годового пути Солнца, начиная от точки Υ .

Можно составить следующую краткую таблицу изменений экваториальных координат Солнца в течение года.

Т а б л и ц а X I X
Координаты Солнца в дни равноденствий и солнцестояний

	Дата	α	δ
Весеннее равноденствие	21 марта	0 ^h	0°0'
Летнее солнцестояние	22 июня	6	+23 27
Осеннее равноденствие	23 сентября	12	0 0
Зимнее солнцестояние	22 декабря	18	—23 27

Прямое восхождение Солнца в течение месяца увеличивается приблизительно на 2^h, в течение суток на 4^m. Изменение склонения Солнца

*) Небольшую часть пути Солнца проходит (с 30 ноября по 18 декабря) по созвездию Змееносца, которое, однако, не входит в число зодиакальных созвездий.

с достаточным приближением описывается синусоидой, которую можно построить по данным табл. 36.

Условное деление земного шара на *климатические пояса* *) *тропиками* и *полярными кругами* связано с указанным изменением склонения Солнца. На полярных кругах (широта $\pm 66\frac{1}{2}^\circ$) центр Солнца один день в году не заходит и один день не восходит над горизонтом. На тропиках (широта $\pm 23\frac{1}{2}^\circ$) раз в году центр Солнца в полдень проходит через зенит. Строго говоря, для полярных кругов это справедливо лишь без учета рефракции. Если же учесть рефракцию, то, как это видно из табл. 36, Солнце раз в году не заходит на широте $65^\circ 59'$ и раз в году не восходит на широте $67^\circ 7'$.

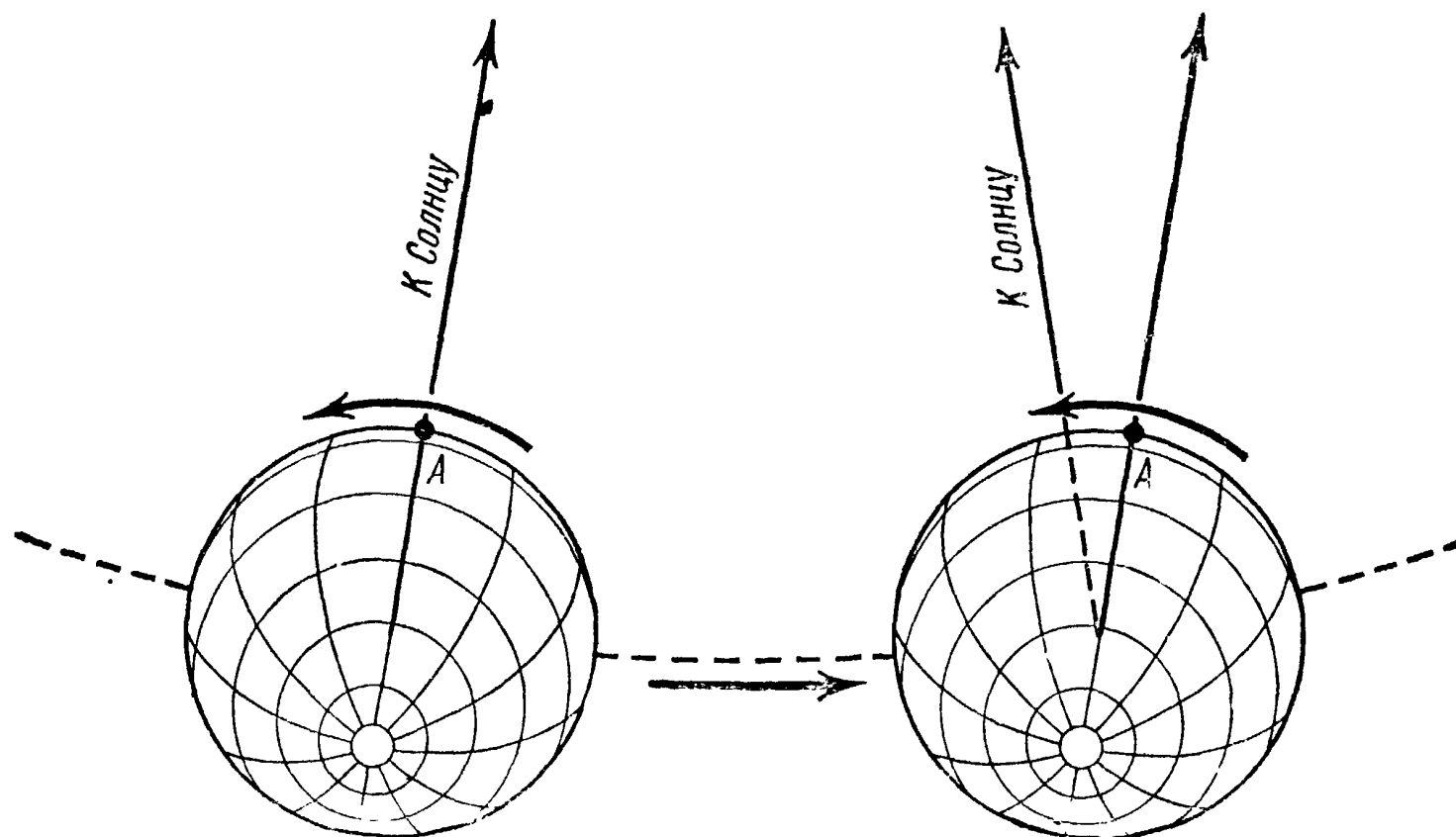


Рис 156. Различие между солнечными и звездными сутками (для наглядности различие сильно преувеличено)

Промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями центра Солнца дает нам новую единицу времени — *истинные солнечные сутки*. Они длиннее звездных потому, что вследствие годичного движения Земли по орбите Солнце перемещается среди звезд в направлении, обратном видимому суточному вращению небесной сферы, т. е. с запада на восток (рис. 156). Поэтому 365,2422 средних солнечных суток (т. е. тропический год) равны 366,2422 звездных суток и солнечные сутки оказываются в среднем на 4^m длиннее звездных, а солнечный час длиннее звездного на 10^s — в среднем потому, что длительность истинных солнечных суток есть величина переменная: они короче летом и длиннее зимой, причем расхождение доходит до 51^s **). Это является следствием, во-первых,

*) Жаркий пояс от $+23^\circ 27'$ до $-23^\circ 27'$ широты, два умеренных — между $+23^\circ 27'$ и $+66^\circ 33'$ и между $-23^\circ 27'$ и $-66^\circ 33'$ и два холодных — от полярных кругов до соответственных полюсов.

**) Максимальная продолжительность $24^h 0^m 30^s$ среднего солнечного времени (23 декабря), минимальная $23^h 59^m 39^s$ (15—16 сентября).

неравномерности движения Солнца по эклиптике (отражающей неравномерность движения Земли по орбите) и, во-вторых, наклона экватора к эклиптике. За начало истинных солнечных суток принимается момент верхней кульминации центра видимого Солнца, называемый *истинным полднем*.

Весьма затруднительно построить часовой механизм, который всегда точно показывал бы истинное солнечное время. Астрономы ввели счет времени по некоторому воображаемому *среднему солнцу*, которое равномерно движется по экватору. Промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями этого воображаемого среднего солнца называется *средними солнечными сутками*. Средние солнечные сутки отсчитываются от полудня, а с 1925 г. астрономы перешли на *гражданский счет времени*, в котором начало суток считается с полуночи (т. е. с момента нижней кульминации среднего солнца). Среднее солнечное время (считаемое от полуночи) на гринвичском меридиане часто называют *всемирным* или *мировым временем* и обозначают UT.

Разность истинного и среднего времени называется *уравнением времени*

$$\eta = t_{\text{ист}} - t_{\text{ср}}. \quad (49)$$

Иначе говоря, уравнение времени есть величина, которую надо отнять (с ее знаком) от истинного времени, чтобы получить среднее время. В астрономических ежегодниках даются значения уравнения времени в полдень на меридиане Гринвича для каждого дня. С достаточной точностью можно определить его из рис. 157 либо по данным табл. 36. Характерная кривая уравнения времени («двугорбый верблюд»; рис. 158) складывается из двух почти синусоидальных кривых: первая (зависящая от неравномерности движения Земли по орбите) имеет годичный период, а вторая (отражающая влияние наклона эклиптики) имеет полугодовой период. Уравнение времени обращается в нуль четыре раза в году: 16 апреля, 14 июня, 1 сентября и 24 декабря; достигает максимальных отрицательных значений 12 февраля ($-14^{\text{м}}24^{\text{с}}$), 27 июля ($-8^{\text{м}}20^{\text{с}}$), максимальных положительных значений 15 мая ($+3^{\text{м}}49^{\text{с}}$) и 3 ноября ($+16^{\text{м}}21^{\text{с}}$) *).

Для мест, лежащих на разных меридианах Земли, одно и то же светило кульминирует в разные моменты, поэтому время в этих местах различное. Для всех мест, лежащих на одном земном меридиане, время (звездное или солнечное) — одно и то же; это время называется *местным временем*. Разность местных времен (звездных или средних, безразлично) двух мест на Земле численно равна разности их географических долгот, выраженных в единицах времени.

Наличие в каждом населенном пункте Земли своего, местного времени создавало бы большие неудобства, особенно для железнодорожного транспорта и для телеграфной и радиосвязи. Железнодорожники

*) Некоторые астрономические календари дают $\eta = t_{\text{ср}} - t_{\text{ист}}$, т. е. уравнение времени имеет противоположный знак.

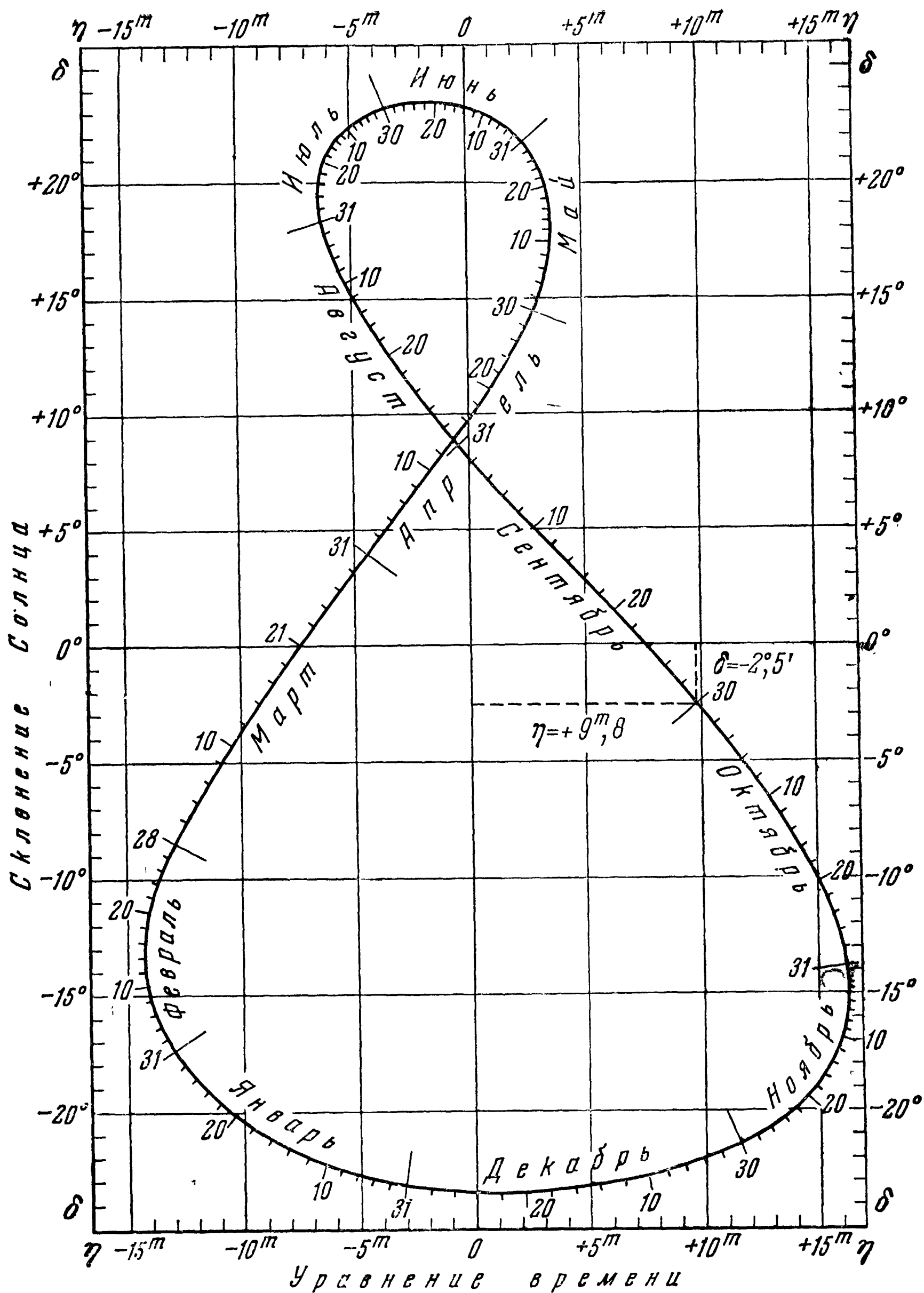


Рис. 157. Номограмма для определения склонения Солнца δ и уравнения времени η .

Пример: 30 сентября $\delta_{\odot} = -2^{\circ},5$, $\eta = +9^m,8$.

и связисты обходят это неудобство тем, что по всей территории СССР на вокзалах и на телеграфе ставят часы по московскому времени *).

Однако для обыденной и деловой жизни было бы непривычно и неудобно, скажем, во Владивостоке ($\lambda=8^h 47^m 31^s$) пользоваться временем Москвы: слишком велика разность долгот. Для устранения этого неудобства в 1884 г. был предложен *поясной счет времени*. Земной шар делится меридианами, проведенными через каждые 15° , на

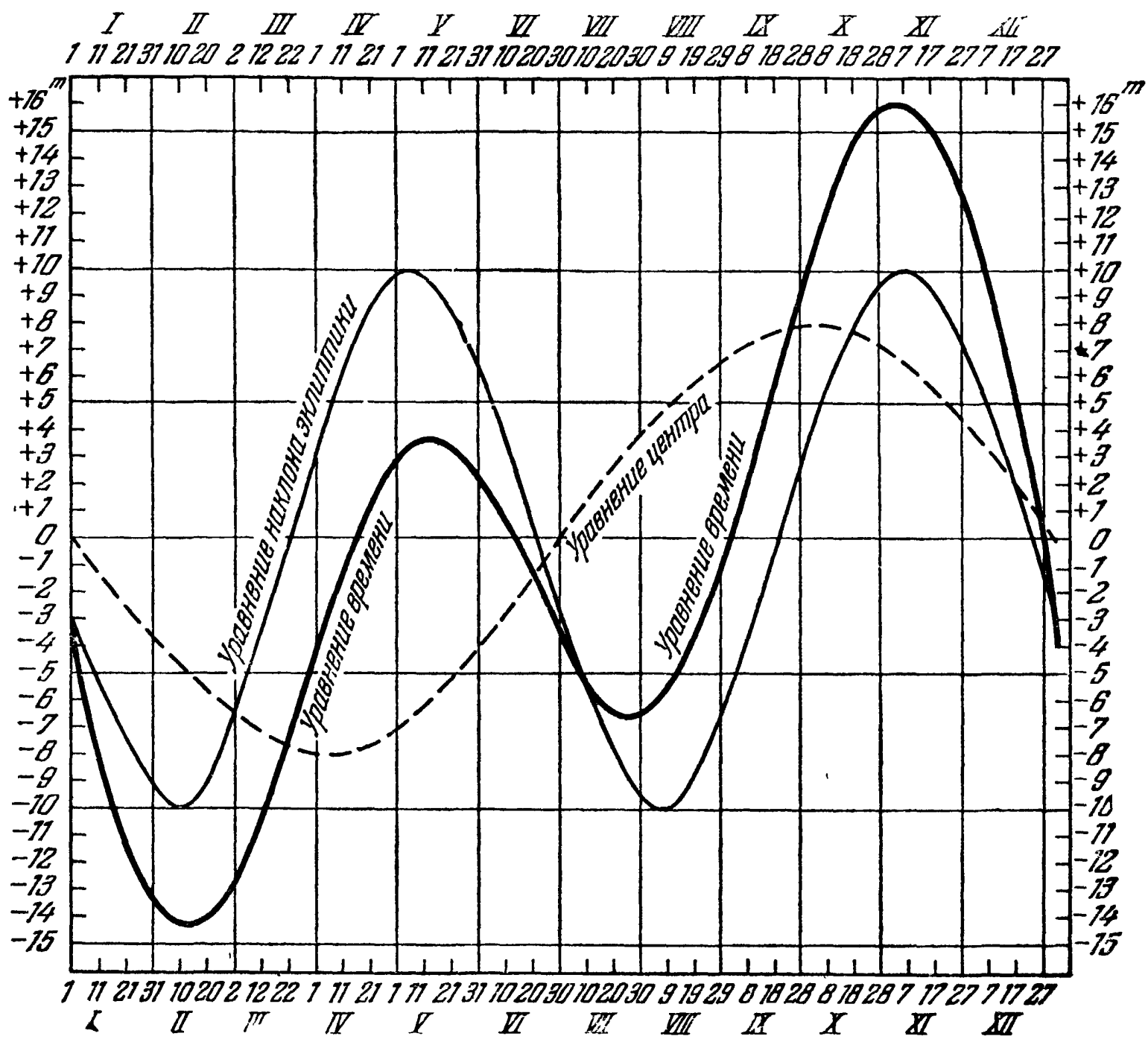


Рис. 158. Уравнение времени и его составляющие.

24 часовых пояса (от нулевого до 23-го). В пределах данного часового пояса все часы показывают одно и то же время, а именно, время среднего меридиана пояса. Соседний пояс живет по времени своего среднего меридиана, которое отличается ровно на час от предыдущего. Таким образом, на всей Земле минуты и секунды на часах одни и те же, отличаются лишь целые часы. Пересекая границу пояса, надо переставить часы ровно на час. Очевидно, что переезжая на восток, надо прибавить час, переезжая на запад, час отнять. В СССР поясное время введено 1 июля 1919 г.

Нулевой пояс имеет своим средним меридианом гринвичский. В Европе в пределах нулевого пояса находятся Англия, Эйре, Франция,

*) До 1918 г. их ставили по «петербургскому (петроградскому) времени».

Бельгия, Голландия, Испания, Португалия; в первом поясе, расположенном на восток от нулевого, находятся Норвегия, Швеция, Дания, ФРГ, ГДР, Швейцария, Италия; во втором — Польша, Чехословакия, Австрия, Венгрия, западные районы европейской части СССР. Москва, хотя и отстоит на 28^s к востоку от формальной западной границы третьего часового пояса, отнесена ко второму поясу *). Вообще границы часовых поясов часто следуют естественным или политическим границам, отступая от меридианов. СССР расположен в пределах одиннадцати часовых поясов (от II до XII). Им дали следующие названия: м о с к о в с к и й (II) пояс, — он несколько шире других, так как начинается у западных границ СССР, а кончается на линии Ростов-на-Дону — Рязань — Архангельск; в о л ж с к и й (III); этот пояс включает также весь Кавказ; у р а л ь с к и й (IV); з а п а д н о - с и б и р с к и й (V); е н и с е й с к и й (VI); и р к у т с к и й (VII); а м у р с к и й (VIII); п р и м о р с к и й (IX); о х о т с к и й (X); к а м ч а т с к и й (XI); ч у к о т с к и й (XII).

Поясное время по местному вычисляется по формуле

$$T_{\text{п}} = T_{\text{м}} - \lambda + N, \quad (50)$$

где N — номер пояса, а λ — восточная долгота места наблюдения.

16 июня 1930 г. на всей территории СССР (исключая Татарскую АССР) введено так называемое *декретное время*, которое на 1^h впереди поясного:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{п}} + 1^h. \quad (51)$$

Декретное время как бы увеличивает на единицу номер каждого пояса.

Таким образом, упомянутое выше железнодорожное и телеграфное «московское время» есть декретное время для II пояса или поясное время III пояса.

Используя формулу (50), можно написать формулу перехода от местного времени к декретному:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{м}} - \lambda + N + 1^h. \quad (51')$$

Во многих странах, в целях экономии электроэнергии на освещение, летом часы переводят на час вперед (так называемое *летнее время*).

Международная линия изменения даты. Человек, вернувшийся к отправному пункту из кругосветного путешествия с запада на восток, убеждается в том, что он по своему счету времени опередил местных жителей на одни сутки. Человек, совершающий путешествие в западном направлении, теряет одни сутки. Отчего это происходит? Где на Земле впервые появляется новая дата? Международным соглашением была введена *линия изменения даты*. Она проходит в океане, по меридиану, имеющему долготу 180° , местами отклоняясь от него, огибая группы островов, мысы и т. д. На этой линии в полночь по времени XII часового пояса впервые появляется на Земле новое число.

*) Для того чтобы включить Москву во второй часовой пояс, в восточной его границе сделана широкая излучина, доходящая на параллели Москвы до Муромы

Таким образом, Новый год в СССР первым встречает остров Ратманова в Беринговом проливе и жители Наукана и Уэллена на восточной оконечности Азиатского материка (близ мыса Дежнева). При переезде линии изменения даты с запада на восток (например, из Азии в Америку) путешественникам приходится два раза считать одно и то же число, а при обратном переезде пропускать одно число. Рис. 159 схематически показывает вращающуюся под лучами Солнца (стрелки

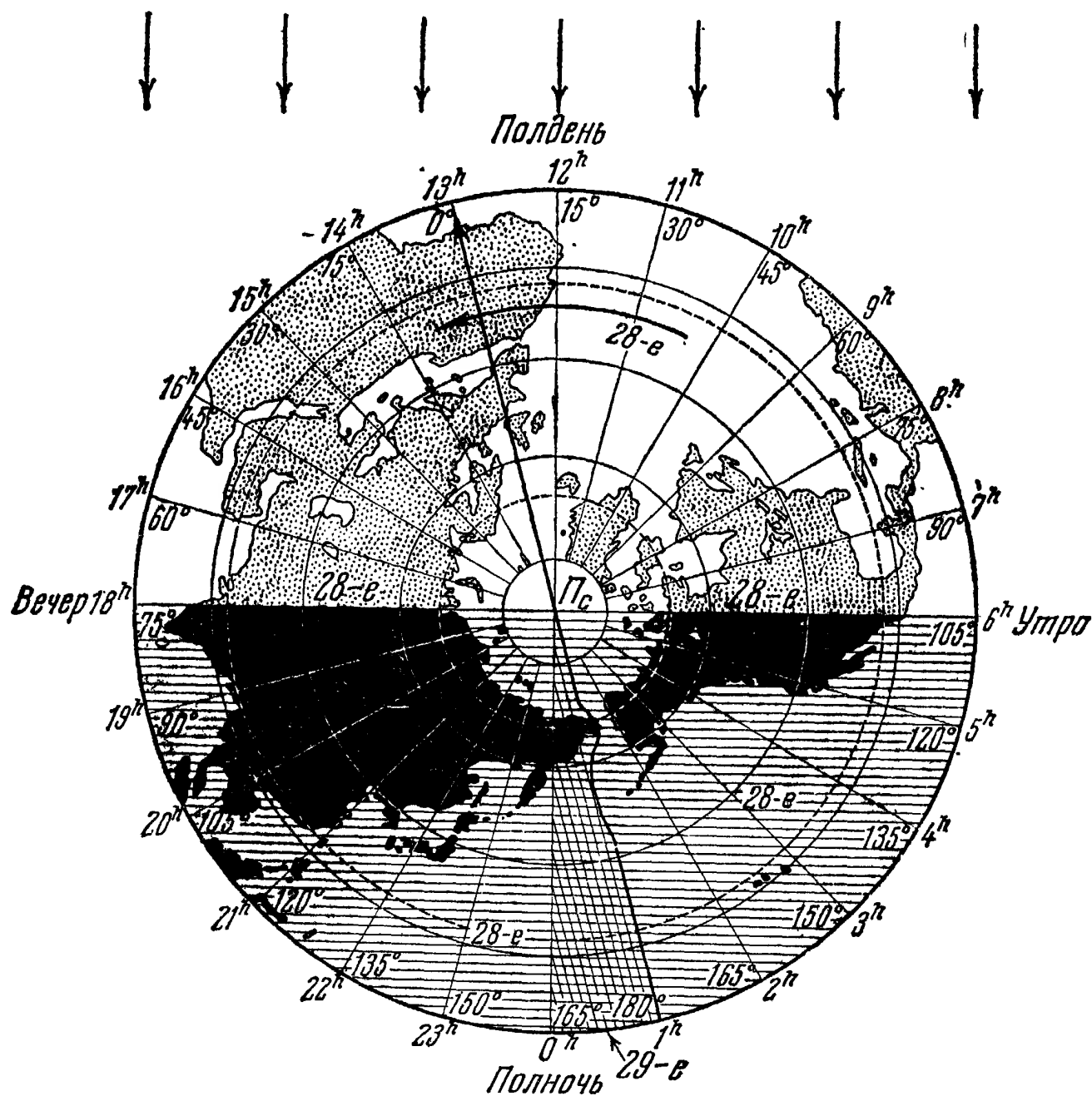


Рис. 159. Смена дат на Земле.

наверху) Землю. Стрелкой от P_c вверх показан гринвичский меридиан, ее продолжение за P_c вниз — линия изменения дат. В Гринвиче, например, 13^h 28-го числа, а на линии дат уже 1^h 29-го числа *).

Календарь. Календарь служит для исчисления больших промежутков времени. Единицей времени в современном календаре является *тропический* год, в течение которого завершается полный цикл изменений склонения Солнца и, следовательно, полная смена времен года — основы хозяйственной жизни людей.

Задача создания календаря встала еще в древности. Сложность этой проблемы заключается в том, что тропический год и средние

*) Любопытно и на первый взгляд удивительно, что каждая календарная дата проводит на Земле не сутки, а 48 часов — от момента первого своего появления на западе от линии дат до своего исчезновения на востоке от нее.

солнечные сутки несоизмеримы, тогда как календарный год, естественно, должен содержать целое число суток. В древности (а в календаре некоторых мусульманских стран и теперь) большое значение как календарная единица имел синодический лунный месяц *). Но и он не содержит целого числа суток (29,5306) и сам несоизмерим с тропическим годом.

Древнеегипетский календарь содержал в году ровно 365 дней. В 46 г. до н. э. Юлием Цезарем был введен в Риме календарь, разработанный астрономом Созигеном из Александрии, получивший впоследствии название *юлианского*. В этом календаре три года подряд содержали по 365 дней, а четвертый (*високосный*) — 366 дней. Этот добавочный день включался в год, число лет которого делилось на четыре. Однако и этот календарь не давал полного соответствия с движением Солнца и сменами времен года: юлианский календарь «отставал» на трое суток за 400 лет. К концу XVI в. отступление календаря от астрономических явлений достигло десяти дней. В 1582 г. был принят разработанный итальянским математиком Луллием *григорианский календарь*, названный так по имени римского папы Григория XIII, при котором произведена эта перемена. После 4 октября 1582 г. стали считать сразу 15-е, а из числа годов, завершающих столетия (например, 1800, 1900 и т. д.) високосными оставлены только те, для которых число лет делится на 400 (например, 1600, 2000). Остальные считаются обыкновенными годами (по 365^d). Расхождение григорианского календаря со счетом тропических лет достигает одних суток лишь по истечении 3300 лет, что более чем достаточно для практических надобностей **). В дальнейшем за юлианским календарем, которым продолжали пользоваться некоторые страны, в том числе и Россия, установилось название «старый стиль», а григорианский стали называть «новым стилем». Расхождение между новым и старым стилем в XVII в. составляло 10 дней, в XVIII в. — 11, в XIX — 12, в XX — 13 дней ***).

В Советском Союзе новый стиль был введен в 1918 г. В астрометрии и теоретической астрономии за начало календарного счета времени используют начало *бесселева года*. Это момент, когда средняя долгота Солнца, уменьшенная на постоянную аберрации ($20'',50$ по Ньюкомбу), достигает $280^\circ 0' 0''$ ($\alpha = 18^h 40^m$). Начало бесселева года (иначе, *фиктивного года* или *annus fictus*) дается каждый год в астрономических календарях. Оно одно для всей Земли, тогда как календарный год наступает в разных местах в разное время.

Эрой календаря называется начало счета лет. У разных народов и в различные времена существовали свои календарные системы и свои

*) Отсюда пошло условное деление календарного года на двенадцать месяцев, которые теперь уже не связаны с движением Луны.

**) 10 000 тропических лет короче 10 000 григорианских лет всего на три дня. Лишь к 4317 г. расхождение достигнет одного дня.

***). С 5 октября 1582 г. (с 15 окт. по григорианскому календарю) расхождение 10 дней, с 1 марта 1700 г. (с 12-го по григорианскому календарю) — 11 дней, с 1 марта 1800 г. (с 13 марта) — 12 дней, с 1 марта (14 марта) 1900 г. — 13 дней, с 1 марта 2100 г. (15 марта) расхождение станет 14 дней.

начала счета лет. Современный календарь использует как эру «рождение Христа». Она была введена в 532 г. после этого мифического события, а в России лишь с 1700 г. До этого у нас пользовались счетом лет «от сотворения мира», относя его на 5508 год до н. э.*). В настоящее время в международных отношениях и в научных вопросах все народы мира употребляют григорианский календарь и условную эру от «рождества Христова» **).

Астрономы и историки широко пользуются особым счетом времени — в днях так называемого *юлианского периода* (стр. 363).

Мировой календарь. Хотя существующая система чередования високосных лет обеспечивает вполне удовлетворительное согласие средней продолжительности календарного года длительности тропического года, несовершенства григорианского календаря (различная длина месяцев, смещение дней недели по датам года, и т. д.) вызывали большое число проектов реформы календаря. Среди десятков, если не сотен, проектов получил широкое признание проект «Мирового календаря», введение которого, однако, требует одновременного согласия подавляющего большинства стран мира.

Т а б л и ц а Х Х

Мировой календарь				
Месяцы	Январь Апрель Июль Октябрь	Февраль Март Август Ноябрь	Март Июнь Сентябрь Декабрь	
Дни недели				
Воскресенье	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24	
Понедельник	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	
Вторник	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	
Среда	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27	
Четверг	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	
Пятница	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29	
Суббота	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	□

□ — после 30 декабря «День нового года». после 30 июня високосного года — «День високосного года»

В «Мировом календаре» кварталы имеют одинаковую продолжительность по 91 дню; год и каждый квартал начинаются с воскресенья, каждый месяц имеет по 26 рабочих дней. Эти удобства достигнуты благодаря тому, что помимо 364 дней, составляющих ровно 52 недели,

*) Начало года в России до XV в. считали с 1 марта, а с XV в. до 1700 г. с 1 сентября. Петр I перенес начало года на 1 января.

**) В гражданском счете лет — перед «первым годом н. э.» считается «первый год до н. э.». В астрономическом счете первому году н. э. предшествует *нулевой год*, который следует за минус первым и т. д. (Это дает возможность сохранить правило определения високосных годов.)

в календарь вводится один, а в високосном году два нерабочих дня, не имеющих ни даты, ни обозначения дня недели.

Табель-календарь, годный для любого года, может быть сведен к весьма краткой таблице (табл. XX).

3. Прецессия. Нутация

Прецессия. Солнце совершает свой путь по эклиптике и возвращается к точке весеннего равноденствия за 365,2422 средних солнечных суток. Это — *тропический год*. Он немного меньше *звездного года* *) (365,2564), так как точка весеннего равноденствия движется вдоль эклиптики навстречу Солнцу, т. е. с востока на запад. Это явление, открытое еще Гиппархом (180—110 гг. до н. э.), называется *прецессией* или *предварением равноденствий*.

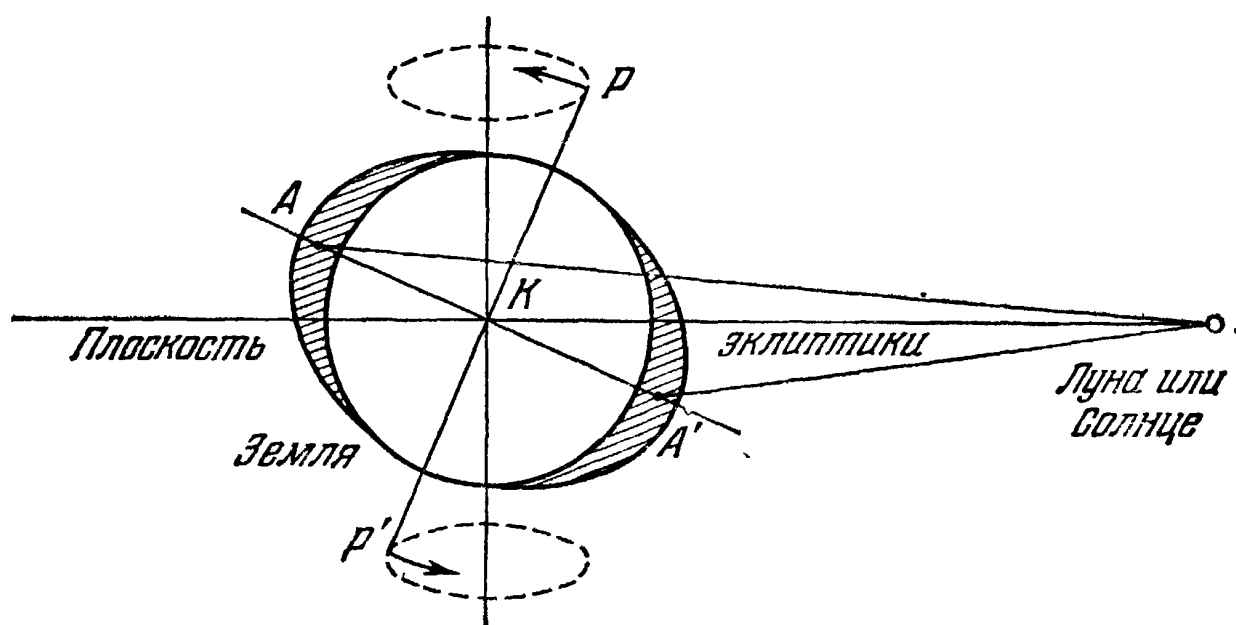


Рис. 160. Объяснение прецессии (схема).

Прецессия объясняется тем, что Земля не шар, а сфероид, сплюснутый у полюсов (рис. 160). Схематически можно представить себе Землю состоящей из шарового тела К и экваториального кольца AA'. Находясь близ эклиптики, Луна и Солнце не всегда лежат в плоскости симметрии AA'. Часть A' экваториального кольца, которая в данный момент расположена ближе к Луне или Солнцу, притягивается сильнее, чем А. Это создает пару сил, стремящуюся повернуть ось вращения PP' в указанном стрелками направлении. Из теоретической механики известно, что в итоге ось вращения PP' будет стремиться перемещаться в направлении, перпендикулярном к направлению пары сил и описывать в пространстве конус с вершиной в центре Земли, а полюс мира будет описывать на небесной сфере малый круг с центром в полюсе эклиптики **), находясь от него на расстоянии $\epsilon = 23\frac{1}{2}^\circ$. Соответственно и Υ скользит вдоль эклиптики, смещаясь к западу

*) Звездный год определяется возвращением Солнца в его видимом движении по небосводу к тому же расположению относительно звезд.

**) Так как полюс эклиптики также движется по небесной сфере (показано пунктиром в центре рис. 161), полюс мира описывает, строго говоря, не малый круг, а более сложную спиралевидную кривую.

на $50'',370$ в год. Это *лунно-солнечная прецессия* *). Кроме того, некоторое смещение точки весеннего равноденствия вызывается совокупным действием притяжения планет на Землю (*прецессия от планет*). В этом случае сплюснутость Земли не играет роли — планеты притягивают в с ю Землю в целом, несколько изменяя ее орбиту, т. е. меняя положение самой плоскости эклиптики и положение полюса эклиптики среди звезд. Прецессия от планет смещает точку весеннего

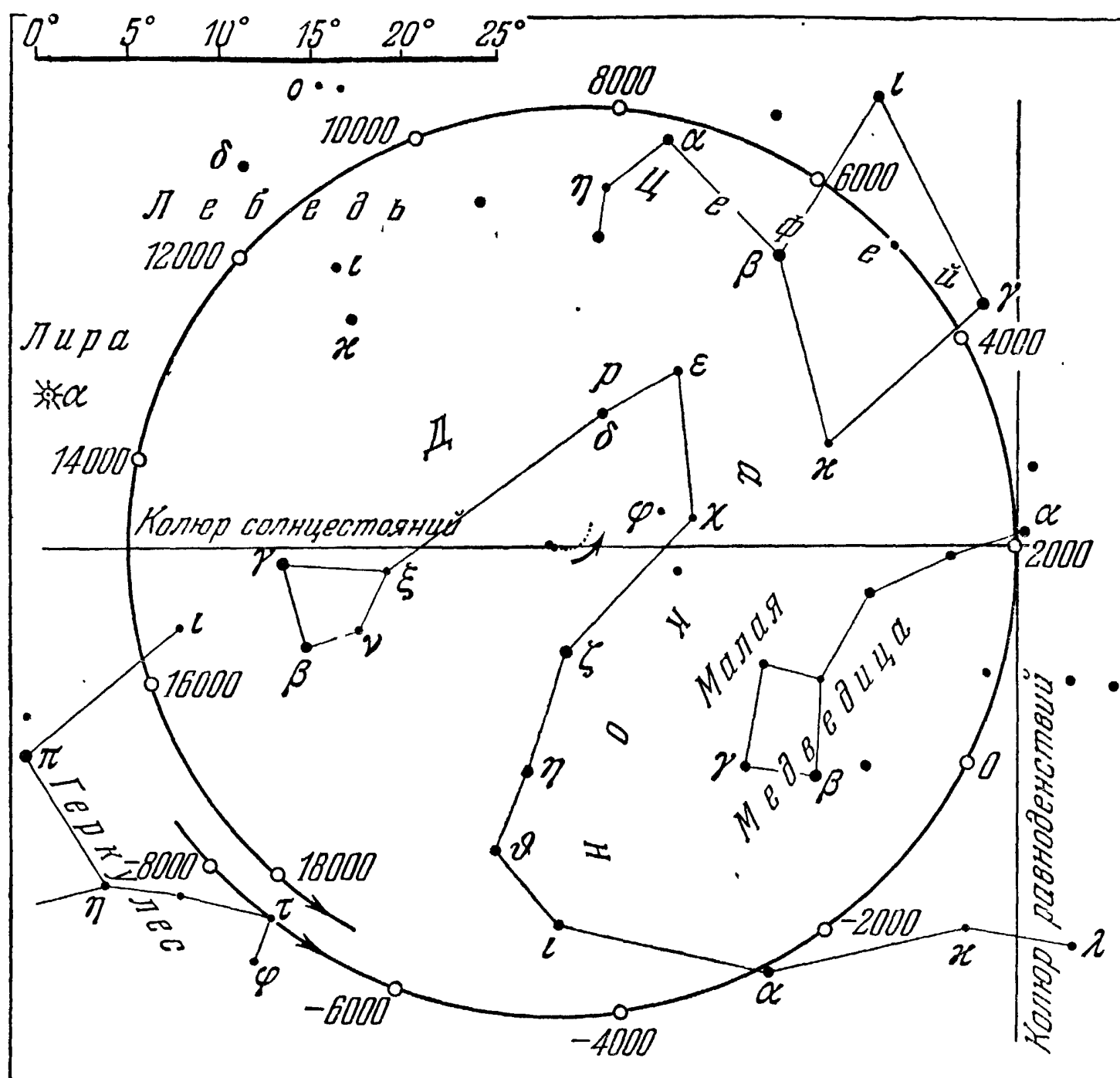


Рис. 161. Движение северного полюса мира среди звезд за 26 тысяч лет.

равноденствия к в о с т о к у на $0'',114$ в год. Под действием общей прецессии точка весеннего равноденствия смещается к западу на $50'',256$ в год, совершая полный оборот за 25 725 лет. С таким же периодом полюс мира делает полный оборот вокруг полюса эклиптики. В настоящее время северный полюс мира приближается к Полярной звезде (рис. 161); в 2100 г. расстояние между ними будет только $28'$, а затем полюс мира будет уходить от Полярной, и через 7500 лет это название с б ó л ь ш и м правом будет носить α Цефея, а через 13 500 лет— Вега (α Лиры). Соответственно перемещается и южный полюс мира.

*) На долю Солнца приходится $15'',9$, на долю Луны $34'',5$.

Наклон экватора к эклиптике (ϵ) под влиянием прецессии от планет испытывает небольшие колебания векового характера, меняясь в пределах от $21^{\circ}59'$ до $24^{\circ}36'$. В настоящее время $\epsilon = 23^{\circ}27'$ и непрерывно уменьшается на $0'',476$ в год.

Вследствие прецессии непрерывно изменяются экваториальные координаты звезд α и δ , а также их эклиптическая долгота λ . Поэтому при указании координат светил необходимо отмечать, к какому году, или, как говорят, к эпохе какого равноденствия они относятся. Обычно пользуются так называемыми *средними координатами* начала года, отнесенными к равноденствию какого-нибудь года. Так, например, в «Звездном атласе» А. А. Михайлова (изд. 1957 г.) положение всех звезд отнесено к эпохе 1900 г. Для вычисления координат при переходе от одной эпохи к другой можно пользоваться точными или приближенными формулами прецессии, либо специальными таблицами *).

Приближенные значения прецессии приведены в табл. 41—44. В табл. 51 даны средние места всех ярких звезд до $4^m,5$ для эпох 1900,0 и 1950,0. Для всех последующих лет поправку каждой координаты можно получить, если значение прецессии, взятое из нужной таблицы, умножить на разность эпох и прибавить к исходной координате со знаком, указанным в таблице. Для предшествующих лет поправку надо брать с обратным знаком. Так, например, средние координаты α Льва (Регула) в 1905,0 были:

$$\alpha = 10^h 3^m,0 + 3^s,21 \cdot 5 = 10^h 3^m,3;$$

$$\delta = +12^{\circ}27' + (-17'',6) \cdot 5 = +12^{\circ}26'.$$

Нутация. Кроме прецессионного движения, ось Земли совершает ряд короткопериодических колебаний. Самое значительное из них имеет период около 18,6 года. При этом полюсы описывают на небесной сфере эллипсы, большие оси которых всегда направлены к полюсам

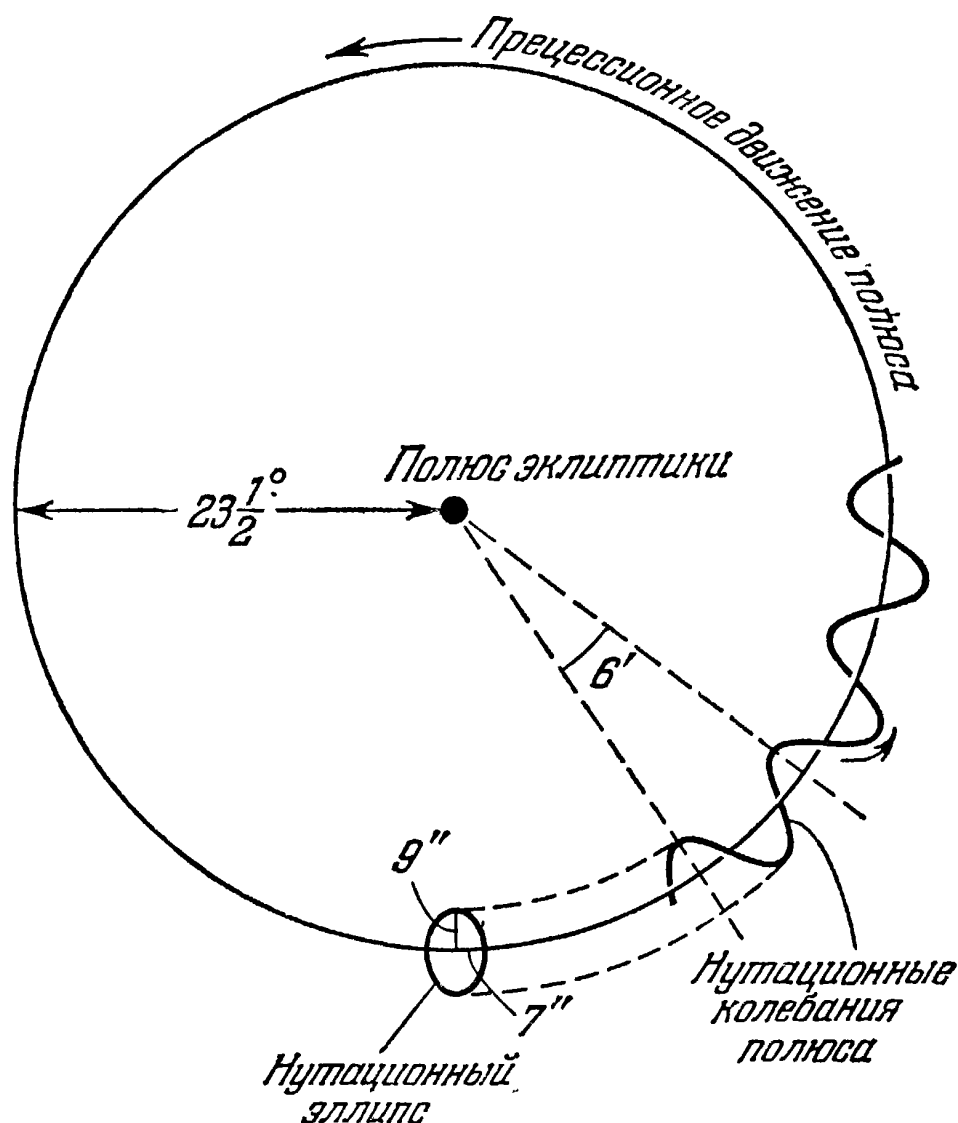


Рис. 162. Нутационное движение земной оси (схематически; масштаб нутационных колебаний сильно преувеличен)

*) Для звезд с заметным собственным движением μ (стр. 136) и заметным годичным параллаксом π (стр. 127) нужно учитывать их влияние на средние и истинные координаты.

эклиптики и равны $18'',42$, а малые оси равны $13'',72$. Это явление носит название *нута́ции* (открыта Бадлеем в 1747 г.). *Постоянная нута́ции*, равная большой полуоси нутационного эллипса, составляет $9'',21$ (рис. 162); иначе говоря, наклон экватора к эклиптике испытывает периодические колебания с размахом $9'',21$. Явление нута́ции вызывается притяжением Луной экваториальной области Земли в сочетании с наклоном лунной орбиты. Таким образом, нута́ция зависит от расположения Луны и Солнца относительно плоскости земного экватора. Период нута́ции совпадает с периодом обращения линии узлов лунной орбиты (стр. 245) и равен $18^a,6$.

Следовательно, если к *средним координатам* звезды, даваемым в ежегодниках (или в каталогах) для момента начала бесселева года, прибавить поправку за прецессию (включая влияние собственного движения μ) и за нута́цию за протекшую часть года, то получим *истинные координаты* звезды в данный момент. Если теперь ввести поправку за *годовую аберрацию*, то получим *видимые координаты*, с которыми можно сравнивать результаты наблюдений, в которые надо предварительно ввести поправки за *рефракцию* и за *суточную аберрацию* *).

4. Движение Луны. Затмения

Луна движется среди звезд, так же как и Солнце, с запада на восток; она перемещается по небу в среднем на 13° за сутки. Это перемещение можно непосредственно наблюдать в телескоп при сильном увеличении. Оно отражает истинное обращение Луны вокруг Земли.

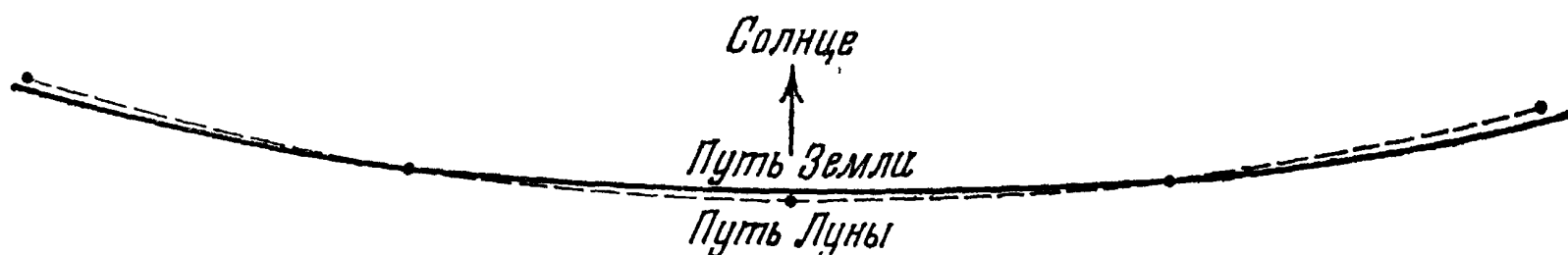


Рис 163. Орбита Луны относительно Солнца.

Луна движется по эллиптической орбите с эксцентриситетом, равным в среднем 0,055 (или $1/18$). Ближайшая к Земле точка лунной орбиты называется *перигеем*, самая далекая — *апогеем*; линия, соединяющая эти точки, называется *линией апсид* лунной орбиты.

Характер пути движения Луны вокруг Солнца показан на рис. 163. Путь Луны всегда *вогнут* по отношению к Солнцу; в зависимости от фазы изменяется лишь его кривизна.

Плоскость лунной орбиты составляет угол $5^\circ 9'$ с плоскостью эклиптики. В своем движении по небесной сфере Луна возвращается в преж-

*) Суточная аберрация достигает максимального значения $0'',32$ смещения к востоку звезды, находящейся в меридиане для наблюдателя на экваторе Земли, и равна нулю для полюсов. Влияние суточной аберрации на α и δ :

$$\Delta\alpha = 0'',32 \cos \varphi \cos t \sec \delta,$$

$$\Delta\delta = 0'',32 \cos \varphi \sin t \sin \delta.$$

нее положение относительно звезд (точнее, к той же эклиптической долготе) в среднем за 27,3217 средних суток, т. е. за $27^{\text{д}}7^{\text{ч}}43^{\text{м}}12^{\text{с}}$. Это — *сидерический* месяц. Обращаясь вокруг Земли, Луна меняет свой вид, проходя последовательность фаз: новолуние, первую четверть, полнолуние и последнюю четверть. Период полной смены фаз, возвращение Луны к прежнему положению относительно Солнца, называется *синодическим* месяцем; он длиннее сидерического и составляет в среднем 29,5306 суток, т. е. $29^{\text{д}}12^{\text{ч}}44^{\text{м}}3^{\text{с}}$. За 27,32 суток, составляющих сидерический месяц, Солнце успевает сместиться на восток примерно на 27° . Луна должна «догнать» Солнце, на что уйдет еще $2^{\text{д}},29$ (рис. 164). Продолжительность сидерического месяца T связана с синодическим месяцем S уравнением синодического движения

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{E}, \quad (52)$$

где E — продолжительность звездного года.

Точки пересечений лунной орбиты с эклиптикой называются *узлами* лунной орбиты. В восходящем узле (Ω) Луна переходит в полусферу, расположенную к северу от эклиптики. Лунные узлы не занимают неизменного положения среди звезд, а смещаются вдоль эклиптики навстречу движению Луны (т. е. с востока на запад) со скоростью примерно $19^{\circ},3$ в год, завершая полный оборот вдоль эклиптики за $6798^{\text{д}}$ или 18,61 года. В гринвичскую полночь 1 января 1970 г. долгота восходящего узла лунной орбиты была равна $345^{\circ},3$. С движением узлов связаны периодические изменения наклона лунной орбиты к плоскости земного экватора (от $18^{\circ}18'$ до $28^{\circ}36'$).

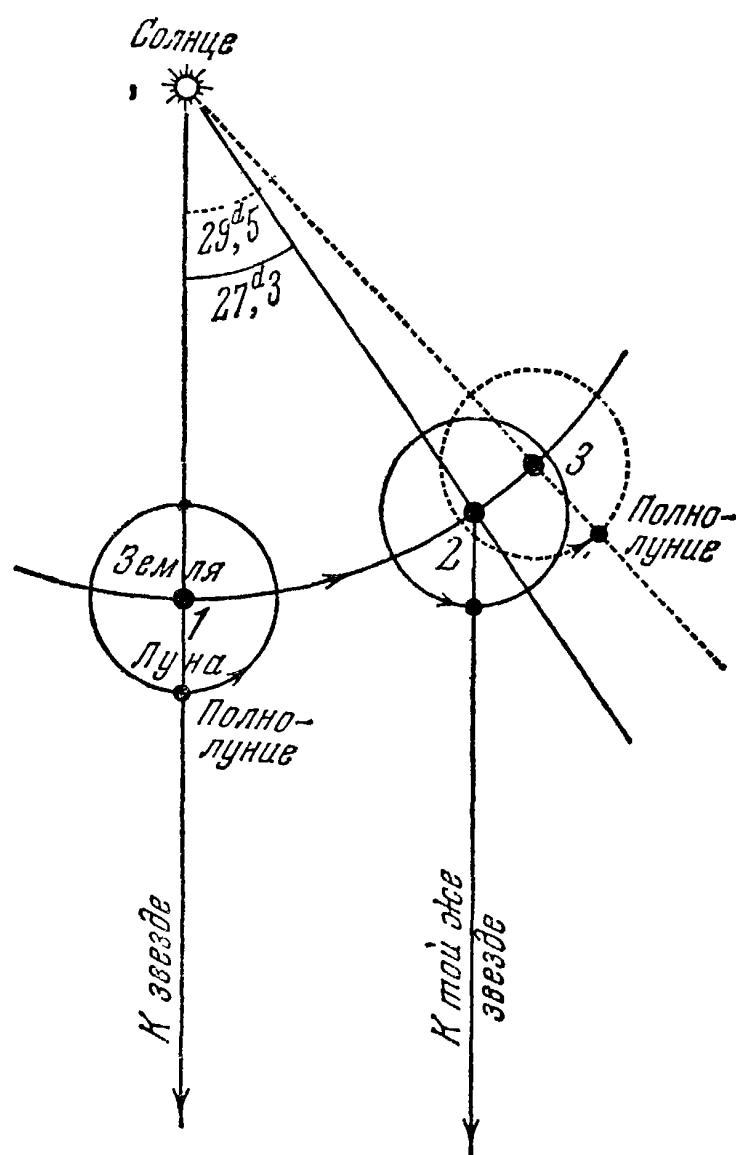


Рис 164. Различие между синодическим и сидерическим месяцами

Промежуток времени между двумя последовательными возвращениями Луны к одному и тому же узлу ее орбиты называется *драконическим* месяцем; он равен $27^{\text{д}},2122$. Вследствие возмущения лунной орбиты Солнцем периодически (со средним периодом $173^{\text{д}}$) меняется наклон лунной орбиты к эклиптике (от $4^{\circ}59'$ до $5^{\circ}19'$). Апогей и перигей лунной орбиты смещаются по направлению движения

Луны, с запада на восток, описывая полный круг вдоль лунной орбиты за $3232^{\text{д}}$ или $8^{\text{а}},85$. Долгота перигея лунной орбиты 1 января 1970 г. была равна $302^{\circ},6$. Каждый год она изменяется на $+40^{\circ},7$. Возвращение Луны к перигею определяет *аномалистический* месяц; он равен $27^{\text{д}},5546$.

С периодом 8,85 года меняется также большая полуось орбиты (от 356 410 до 406 740 км) и эксцентриситет (от 0,0435 до 0,0715).

С движениями линии узлов и линии апсид связана периодичность солнечных и лунных затмений. Теория движения Луны очень сложна; она учитывает не менее четырнадцати причин, вызывающих изменения периодического характера в элементах орбиты Луны и влияющих на ее движение.

Затмения. Одни из наиболее замечательных астрономических явлений — солнечные и лунные затмения. При солнечном затмении с западного края диска Солнца начинается ущерб, который, увеличиваясь и продвигаясь постепенно на восток *), к середине частного

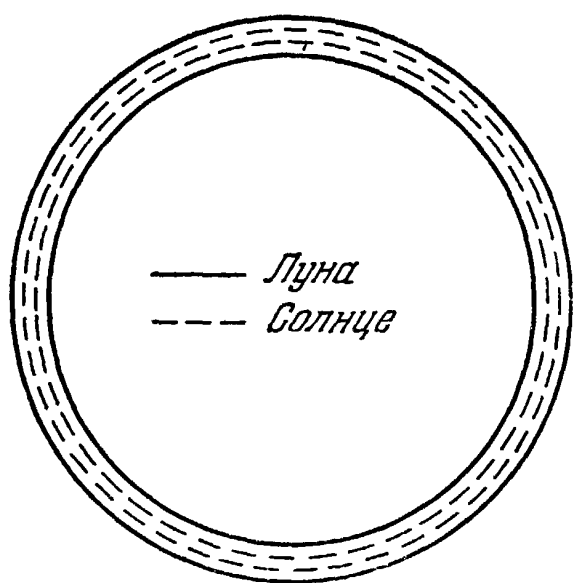


Рис 165 Наибольшие и наименьшие видимые диски Луны и Солнца. От их сочетаний зависит продолжительность и тип затмения (полное или кольцеобразное)

затмения достигает наибольшей величины; при полном затмении Солнце на некоторое время полностью загорается диском Луны, вокруг которого вспыхивает солнечная корона (рис. 36). В некоторых случаях видимый диск Луны оказывается меньше видимого диска Солнца, и даже при центральном затмении (когда в момент середины затмения совпадают центры дисков Солнца и Луны) Луна не загорает Солнца полностью — вокруг черного диска Луны остается сверкающее кольцо солнечного края (кольцеобразное затмение). В этом случае вершина конуса лунной тени не достигает земной поверхности **).

Продолжительность полного затмения, или ширина кольца при кольцеобразном затмении, зависит от соотношения видимых (угловых) размеров дисков Солнца и Луны (рис. 165), что связано с расположением Земли и Луны на их эллиптических орбитах.

Очевидно, что наибольшая продолжительность полной фазы затмения ($7^m 41^s$) будет в том случае, если в день затмения Земля будет близка к афелию своей орбиты, а Луна близка к перигею. В течение нескольких секунд до полной фазы и нескольких секунд после ее конца можно видеть, как узенький серп Солнца разбивается на ряд блестящих точек, окружающих диск Луны как ожерелье. Это — *четки Бейли*.

Во время полных солнечных затмений наблюдается *эффект Эйнштейна* — отклонение световых лучей звезд, находящихся близ диска Солнца. Угол отклонения $\alpha = \frac{4kM}{c^2 r}$, где M — масса Солнца, c — скорость света, r — угловое расстояние звезды от центра диска Солнца, k — постоянная тяготения. У края диска $\alpha = 1'',75$. Проверка

*) В зависимости от положения Солнца на небе движение лунного диска может происходить под весьма значительным углом к горизонту, однако всегда от западного края к восточному.

**) Длина лунной тени меняется от 367 до 380 тыс. км, тогда как расстояние между центрами Земли и Луны — от 356 до 407 тыс. км.

эффекта Эйнштейна неоднократно с успехом проводилась советскими и зарубежными учеными.

Лунное затмение начинается появлением ущерба с восточной стороны полной Луны. Луна входит (погружается) все больше в тень Земли и в случае полного лунного затмения целиком загораживается Землей от прямых лучей Солнца. Однако часть лучей Солнца, преломляясь в атмосфере Земли, огибает Землю и освещает Луну, придавая ей своеобразную окраску. Густота красного цвета Луны, погруженной в земную тень, зависит от состояния земной атмосферы и находится в несомненной связи с фазой солнечной активности. Часто край земной тени, проецирующийся на поверхность Луны, бывает окрашен в голубовато-зеленые цвета.

Продолжительность лунного затмения зависит от расположения Луны относительно земной тени, а также от размеров земной тени на расстоянии Луны в данный момент по сравнению с размерами самой Луны. В среднем диаметр земной тени в $2\frac{2}{3}$ раза больше диаметра Луны. Максимальная продолжительность всего лунного затмения (при центральном затмении, когда в середине явления совпадают центры Луны и земной тени) составляет $3^h,8$.

Солнечное затмение может произойти, если Солнце находится вблизи лунного узла (не дальше чем на 18° от него *). Если Луна «догонит» Солнце в то время, как оно проходит этот участок своего пути, произойдет солнечное затмение. Так как Солнце проходит этот участок в среднем за 36 дней, что больше синодического месяца ($29^d,32$), то за это время не непременно произойдет одно затмение, но могут произойти и два затмения, из которых одно в начале, а другое в конце этого 36-дневного периода. Через полгода Солнце будет проходить такой же участок пути вблизи второго узла, — произойдет еще одно или два солнечных затмения. Так как узлы лунной орбиты движутся вдоль эклиптики навстречу Солнцу, то Солнце возвращается к тому же узлу раньше, чем пройдет тропический год, — через *драконический год* (стр. 393). Поэтому при особенно благоприятных условиях, когда первые два затмения произойдут в самом начале года, а вторые два в середине, в декабре может произойти еще одно затмение. Таким образом, максимальное возможное число солнечных затмений в году — пять, минимальное — два.

Лунное затмение может наступить тогда, когда Солнце находится вблизи одного узла (не дальше 11° от него **), а Луна — вблизи другого. В этом случае «зону затмений» Солнце проходит за 22 дня, что короче синодического месяца, поэтому лунное затмение может и вовсе не произойти ***). Таким образом, в году может не быть ни одного лунного затмения (такие годы бывают примерно каждые пять лет), максимальное же число их — три ****).

*) При расстоянии, меньшем 15° , затмение произойдет обязательно.

**) При расстоянии, меньшем $9^\circ,5$, затмение произойдет обязательно.

***) Таким годом без лунных затмений был 1967 г.

****) Можно еще различать *полутеневые лунные затмения*, когда Луна попадет лишь в полутень Земли. Таких затмений не больше трех в год, но может не быть и ни одного.

Общее число солнечных и лунных затмений в году не может превышать семи: либо пять солнечных и два лунных, либо четыре солнечных и три лунных. Из этого видно, что солнечные затмения не такие уж редкие явления; они бывают в полтора раза чаще лунных.

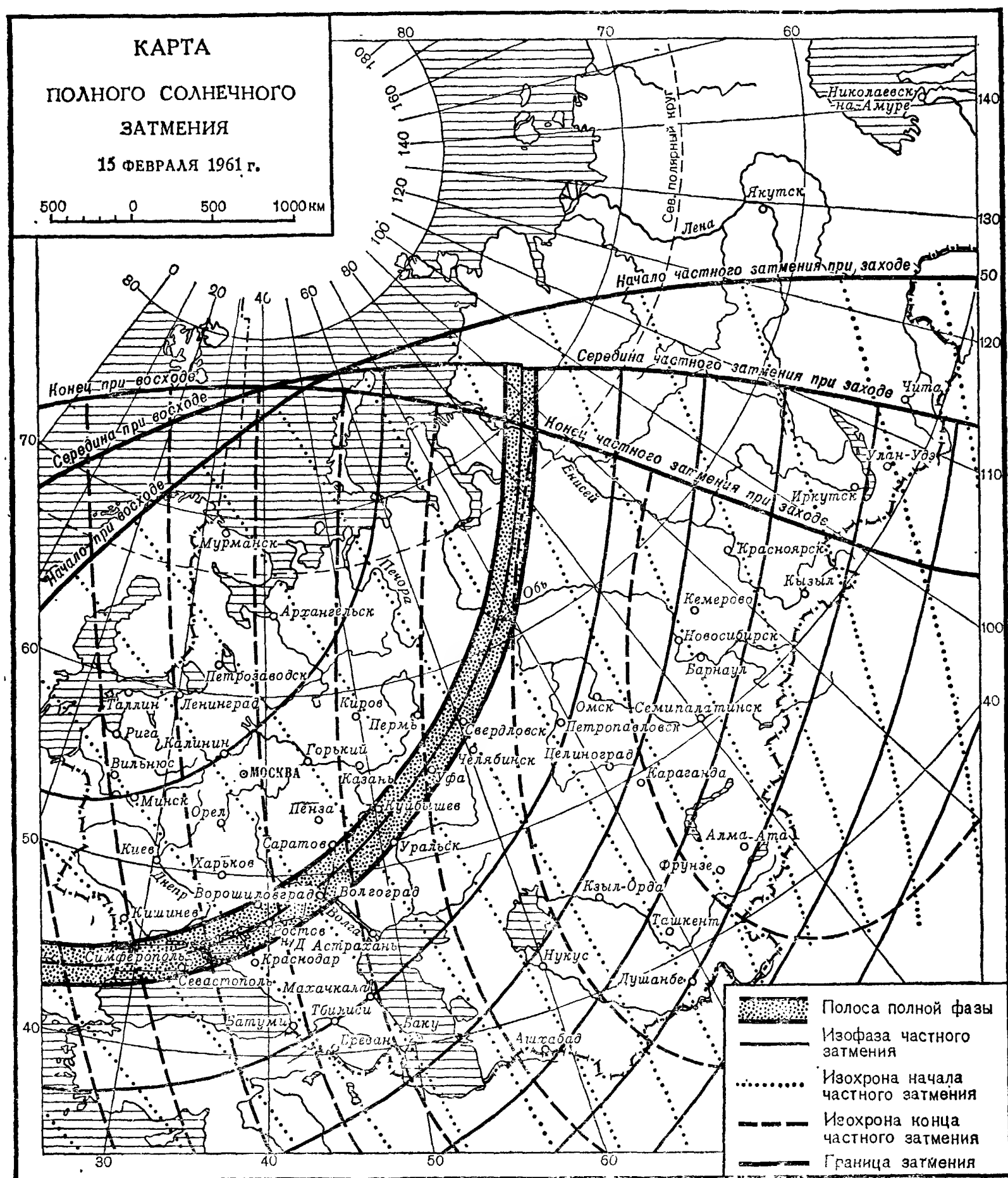


Рис. 166. Часть полосы полного солнечного затмения 15 февраля 1961 г.

Почему же за свою жизнь человек видит гораздо больше лунных затмений, чем солнечных? Это происходит оттого, что лунное затмение видно на всей половине Земли, обращенной к Луне, а солнечное только в сравнительно узкой полосе затмения — не шире 300 км (рис. 166). Поэтому для любого места на Земле солнечные затмения происходят в среднем раз в 200—300 лет.

Начало солнечного затмения определяется моментом так называемого первого контакта, первого касания, когда диск Луны впервые появляется у западного края Солнца. Момент второго контакта свидетельствует о наступлении полной фазы затмения — восточный край Луны касается восточного края солнечного диска. После третьего контакта кончается полное затмение — у западного края лунного диска появляется очень узкий

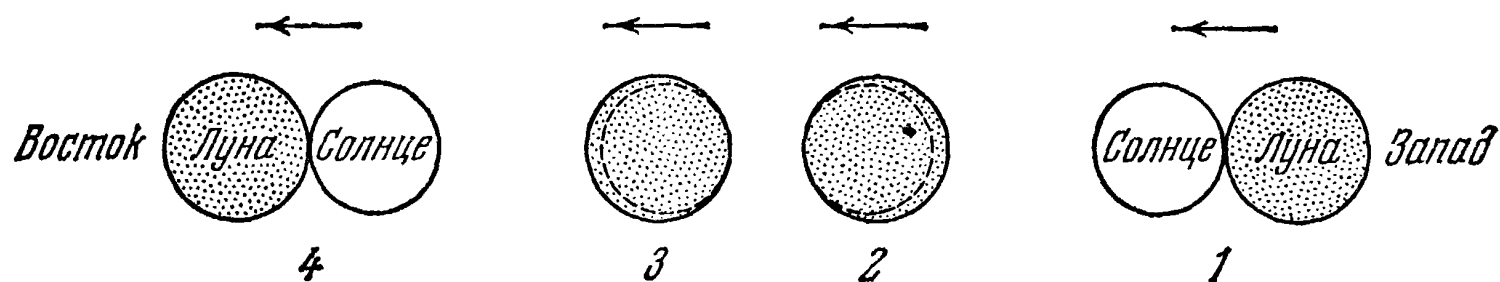


Рис. 167. Четыре контакта полного солнечного затмения (стрелки отмечают направление движения Луны).

яркий серп Солнца. В момент четвертого контакта затмение кончается (рис. 167). При кольцеобразном затмении также наблюдаются четыре контакта. Если затмение частное, то, очевидно, контактов будет всего два — первый и последний.

Вне пределов узкой полосы видимости полного или кольцеобразного затмений и до границ, описываемых на поверхности Земли северным

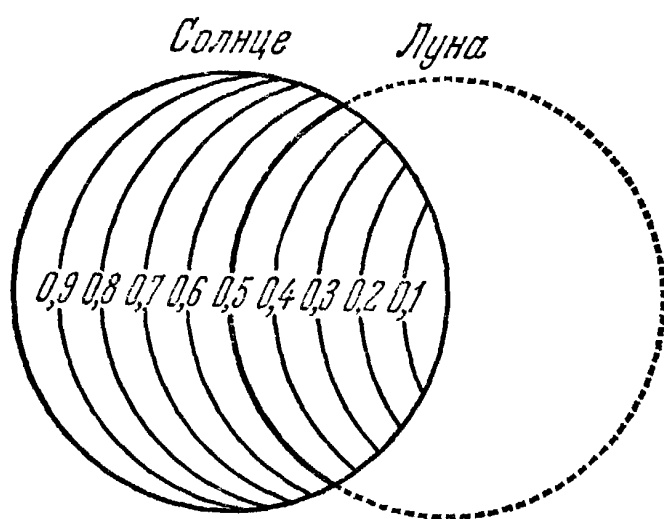


Рис. 168. Фазы солнечного затмения (на рисунке фаза 0,5).

и южным краями лунной полутени, затмение можно наблюдать только как частное. Частное затмение характеризуется фазой затмения (отношением закрытой в момент наибольшего затмения части диаметра диска Солнца ко всему диаметру) (рис. 168). На рис. 166 «изофазы» отмечают места на Земле одинаковой максимальной фазы частного затмения.

Все обстоятельства затмения заранее вычисляются и публикуются в астрономических календарях и в специальных изданиях в виде таблиц и карт (пример — рис. 166).

Большое значение имеют точные определения моментов контактов всех затмений и сравнение их с предвычисленными моментами. Еще астрономы древности заметили строгий порядок в чередовании

затмений: через 18 лет 11,3 дней (18 лет 10,3 дней, если за это время было пять високосных лет) солнечные и лунные затмения начинают повторяться в том же порядке, причем по прошествии трех таких периодов затмения будут наблюдаться вновь примерно в тех же местах

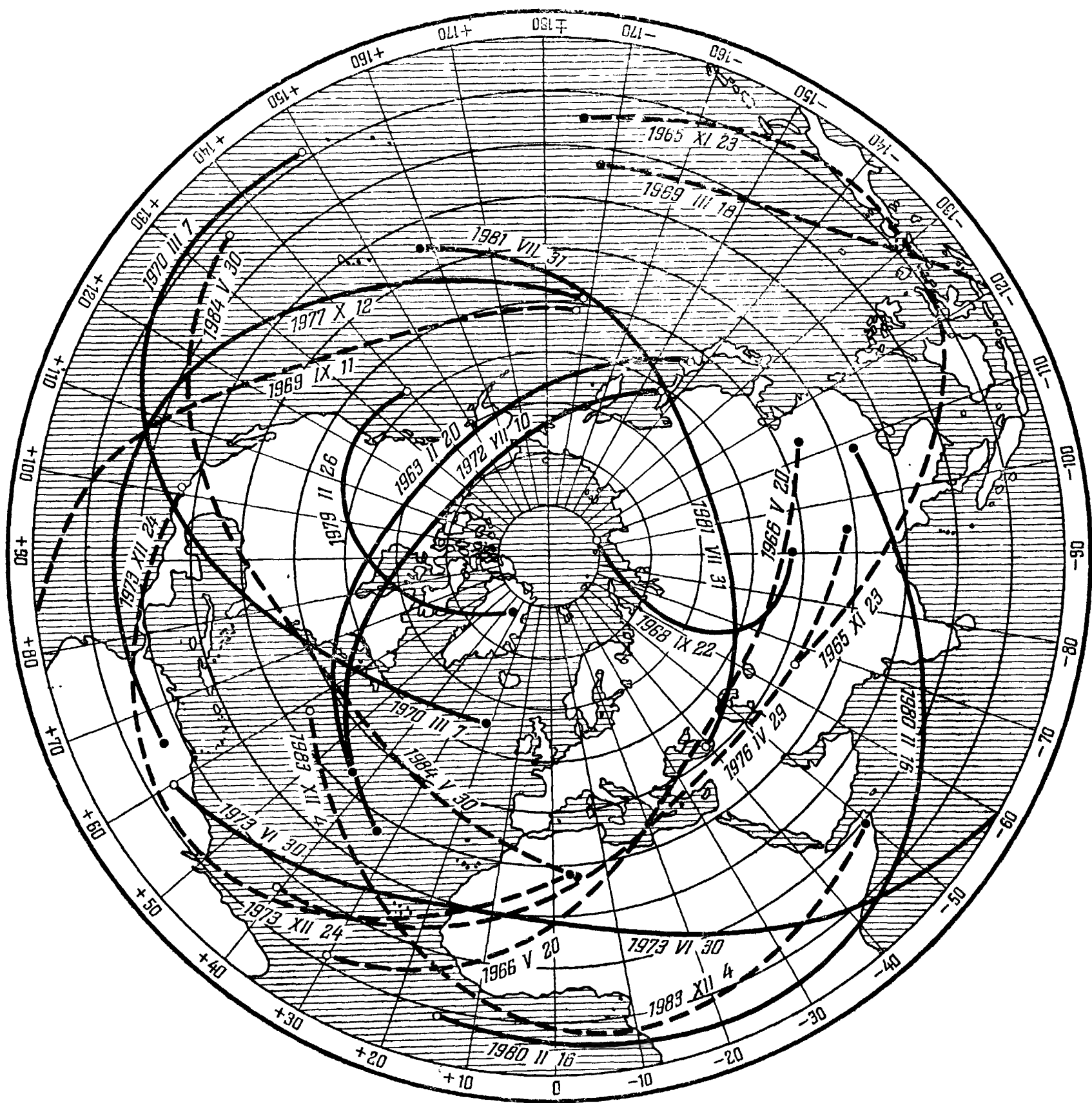


Рис. 169, а. Затмения Солнца с 10 июля 1963 г. по 30 мая 1984 г. Показаны центральные линии полных (сплошные) и кольцеобразных (штриховые) затмений, светлым кружком обозначено начало затмения при восходе Солнца, темным — конец затмения.

Земли. Этот период, называемый *саросом* (по-древнеегипетски — «повторение»), содержит в себе:

19 драконических лет	по 346 ^d ,620063 = 6585 ^d ,7812,
223 синодических месяца	» 29 ,530588 = 6585 ,3211,
242 драконических месяца	» 27 ,212220 = 6585 ,3572,
239 аномалистических месяцев	» 27 ,554550 = 6585 ,5372.

За это время произойдет в среднем 71 затмение: 43 солнечных (от 39 до 48) и 28 лунных (от 25 до 30). Эпохи наибольшего и наименьшего числа затмений в саросе повторяются в среднем через 290 лет.

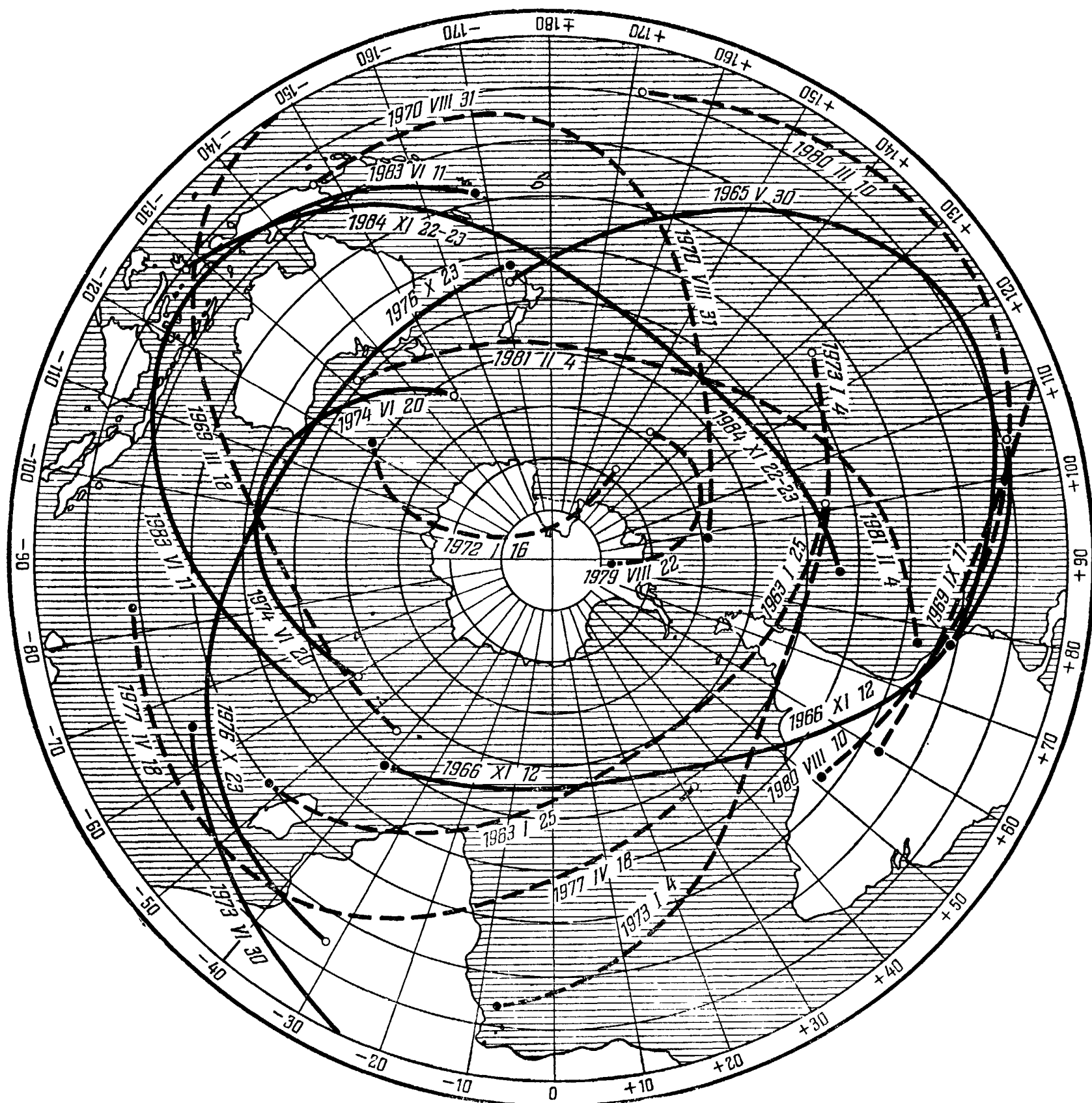


Рис. 169, б. Затмения Солнца с 25 января 1963 г. по 22 ноября 1984.

В таблице 22 и на рис. 169, а и б приведены солнечные затмения до 1985 г., а в табл. 18—полные лунные затмения за тот же период.

5. Движение планет и комет

Видимые движения планет среди звезд обнаруживают характерные особенности (петли и точки возврата), которые были известны уже древним: прямое движение планеты навстречу суточному движению небесного свода сменяется после кажущегося «стояния» попятным движением, после чего вновь продолжается прямое движение (рис. 170). Дуга попятного движения меньше у планет, находящихся дальше

от Земли. По положению своих орбит относительно орбиты Земли планеты делятся на *нижние* (или внутренние) и *верхние* (или внешние). Нижние планеты — это те, орбиты которых находятся внутри орбиты Земли: Венера и Меркурий. Верхние — все остальные.

По видимому положению относительно Солнца нижние планеты могут образовывать следующие *конфигурации* (рис. 171): *нижнее соединение* (планета расположена между Солнцем и Землей, разность геоцентрических долгот равна 0°), *верхнее соединение* (планета находится за Солнцем) *), *западную или восточную элонгацию* (планета на некотором угловом расстоянии от Солнца). Наибольшая элонгация Меркурия $\sim 28^\circ$, Венеры $\sim 48^\circ$. Как легко можно понять из рис. 172,

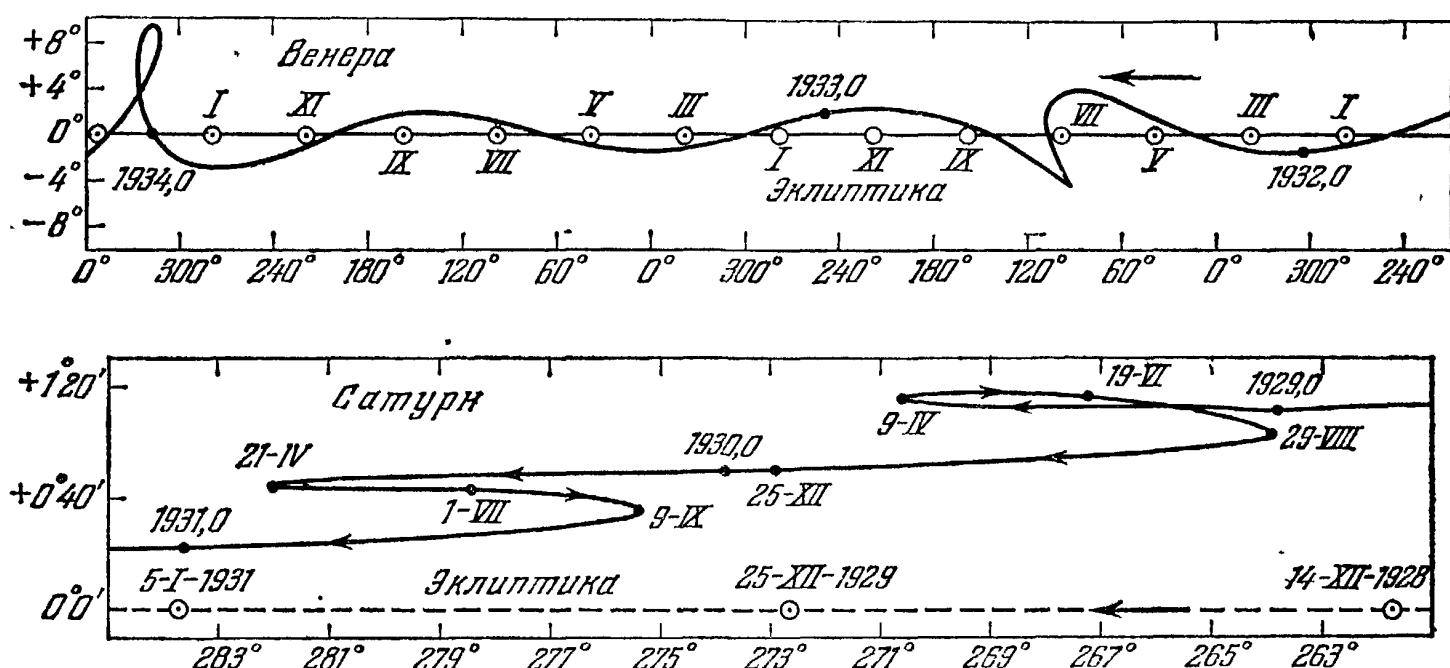


Рис. 170. Движение Венеры и Солнца в 1932—1933 гг. Показано положение Солнца первого числа указанных месяцев. Движение Сатурна в 1929—1930 гг. Положение Солнца показано лишь вблизи начала каждого года. Пунктиром отмечена эклиптика.

вследствие значительного эксцентриситета орбиты Меркурия угол его наибольшей элонгации зависит от взаимного расположения его орбиты и Земли в момент элонгации. Этот угол меняется от $17^\circ 30'$ до $27^\circ 45'$.

В эпохи нижних соединений, если планета близка к какому-нибудь узлу своей орбиты, может наблюдаться редкое явление — *прохождение планеты по диску Солнца*. Для Меркурия это происходит в мае или ноябре раз в несколько лет **), для Венеры значительно реже ***): последнее прохождение Венеры по диску Солнца было 6 декабря 1882 г., ближайшие произойдут 8 июня 2004 г. и 6 июня 2012 г. Ближайшие прохождения Меркурия по диску Солнца: 10 ноября 1973 г., 13 ноября 1986 г., 6 ноября 1993 г., 15 ноября 1999 г.

Верхние планеты могут находиться в *соединении* с Солнцем, в *противостоянии*, или *оппозиции* (Земля расположена между Солнцем и

*) Понятие соединения применяется и к любым другим двум светилам, но в этом случае должна быть равна нулю разность прямых восхождений, а не долгот.

**) За 217 лет происходит 9 майских и 20 ноябрьских прохождений — майские через 13 или 33 года, ноябрьские — через 7 или 13 лет. После каждого майского через $3\frac{1}{2}$ года происходит ноябрьское прохождение Меркурия по диску Солнца.

***) Они происходят в следующей последовательности: через 121,5 года, через 8 лет, через 105,5 года, через 8 лет, через 121,5 года и т. д.

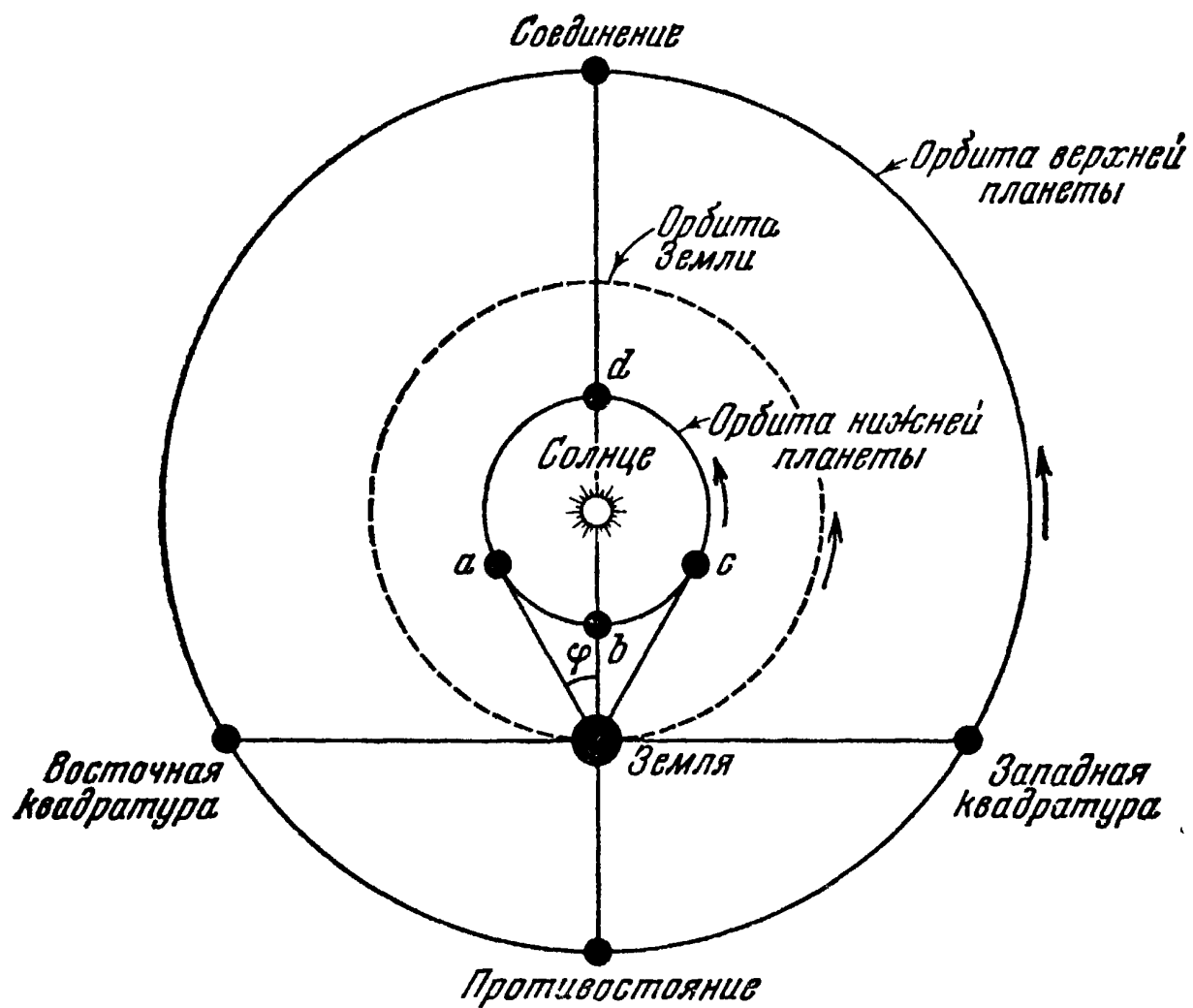


Рис. 171. Планетные конфигурации. Для нижней планеты: a — наибольшая восточная элонгация, b — нижнее соединение, c — наибольшая западная элонгация, d — верхнее соединение, φ — угол элонгации.

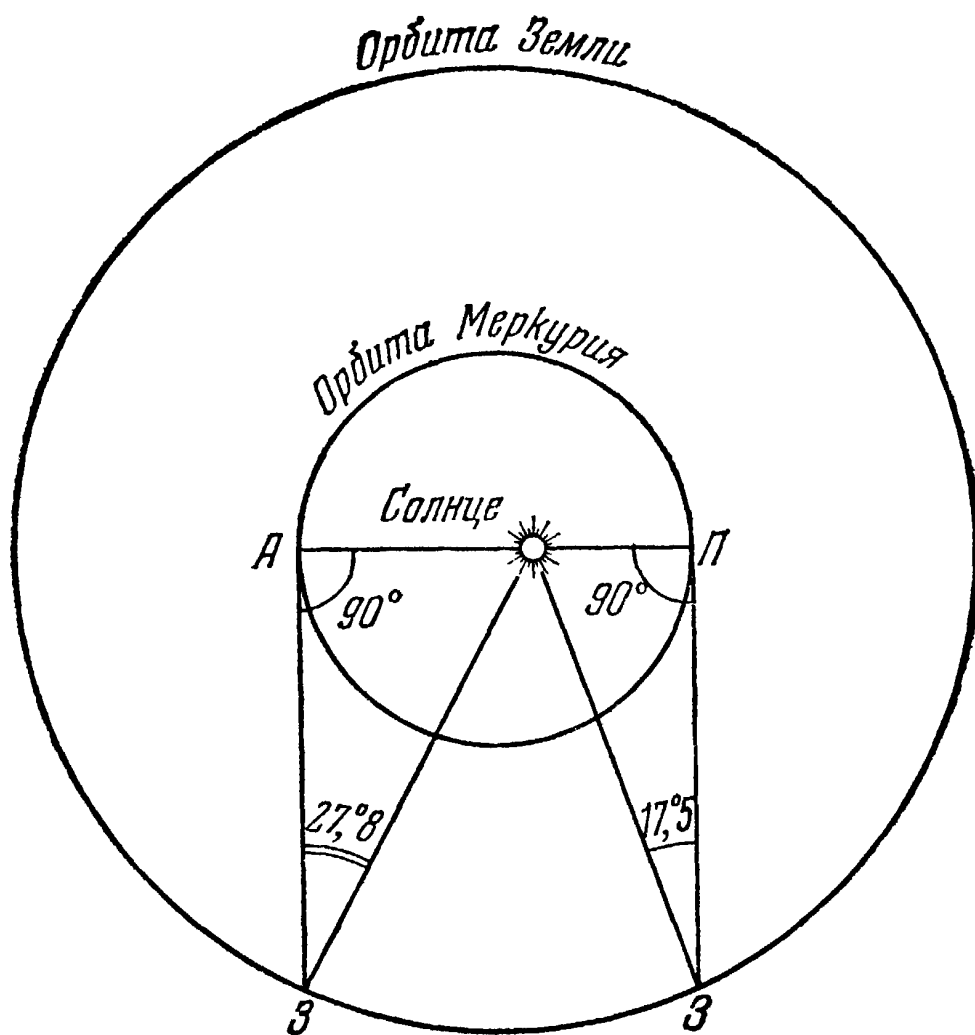


Рис. 172. Объяснение различной величины угла элонгации. П — перигелий, А — афелий орбиты Меркурия.

планетой), в восточной либо западной *квадратуре* (когда направление на планету составляет прямой угол с направлением на Солнце) *). Элонгация верхней планеты меняется до $\pm 180^\circ$.

Прямое движение нижней планеты среди звезд быстрее, чем движение Солнца, поэтому после верхнего соединения планета появляется на востоке от Солнца и может наблюдаться только как вечернее светило. После нижнего соединения наступает западная элонгация, когда планета видна только в утренние часы перед восходом Солнца.

Движения верхних планет среди звезд медленнее движения Солнца, поэтому после соединения планета появляется западнее Солнца. Продолжая свое прямое движение среди звезд на восток, планета все время отстает от Солнца, затем начинает двигаться попятным движением и описывает петлю или зигзагообразную линию. Момент противостояния соответствует середине дуги попятного движения. Величина петли тем меньше, чем больше расстояние до планеты (табл. XXI).

Т а б л и ц а X X I

Попятное движение планет

Планета	Сидерический период (приблиз.)	Синодический период	Дуга попятного движения	Продолжительность попятного движения
Меркурий	88 ^d	116 ^d	12°	17 ^d
Венера	225	584	16	41
Марс	1 ^a 322 ^d	780	15	70
Юпитер	11 315	399	10	119
Сатурн	29 167	378	7	136
Уран	84 007	370	4	150
Нептун	164 280	367	3	158
Плутон	247 255	366	2	163

Наиболее удобное время наблюдения нижних планет — это эпохи элонгаций (в это время они показывают фазы, соответствующие первой и последней четверти лунных фаз), верхних — эпохи противостояний. Промежуток времени *S* между двумя одноименными конфигурациями (например, между противостояниями) называется *синодическим* периодом обращения планеты. Период полного обращения планеты вокруг Солнца *T* носит название ее *звездного*, или *сидерического*, периода обращения. Их связывает *уравнение синодического движения*, аналогичное лунному:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{E}$$

(53)

для нижней планеты и

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{T}$$

(53')

*) В таблицах «астрономические явления» в ежегодниках указаны также моменты соединений с Луной и соединений планет друг с другом (помимо их соединений с Солнцем).

для верхней: E — звездный или сидерический год. Из наблюдений получают синодические периоды, а с помощью приведенных уравнений выводят сидерические периоды обращения планет вокруг Солнца *). Например, по наблюдениям элонгации Венеры синодический период ее обращения равен $583^{\text{д}},92$. Подставив в уравнение синодического движения $E=365^{\text{д}},25$ и $S=583^{\text{д}},92$, получим $T=224^{\text{д}},7$.

Движения планет в пространстве вокруг Солнца подчиняются законам Кеплера:

I. Планета движется в плоскости, проходящей через Солнце, по эллипсу; Солнце находится в одном из его фокусов.

II. При движении планеты вокруг Солнца прямая, соединяющая ее с Солнцем (радиус-вектор), описывает равные площади в равные промежутки времени.

III. Квадраты времен обращения двух планет вокруг Солнца пропорциональны кубам больших полуосей их орбит:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}. \quad (54)$$

Можно вывести иное выражение для третьего закона Кеплера:

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = \frac{4\pi^2}{fM_{\odot}}, \quad (54')$$

т. е. отношение квадрата времени обращения к кубу среднего расстояния есть величина, постоянная для всех планет Солнечной системы. О коэффициенте f см. ниже.

После открытия Ньютоном закона всемирного тяготения и разработки им общей теории движения планет (см. ниже), оказалось, что орбитами небесных тел могут быть не только эллипсы, но любое коническое сечение, т. е. окружность, эллипс, парабола или гипербола.

Закон всемирного тяготения гласит, что все материальные тела притягивают друг друга с силой, пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = f \frac{M_1 M_2}{r^2}, \quad (55)$$

где f — постоянная тяготения — коэффициент, численное значение которого находится в результате очень тонкого физического эксперимента. Если массу Солнца принять равной единице, среднее расстояние между Солнцем и Землей за единицу длины и средние солнечные сутки за единицу времени, то численное значение f будет

$$f = 0,000295912^{**}).$$

*) Табличные значения синодических периодов обращения планет (табл. XXI) представляют собой средние значения. Продолжительность какого-либо конкретного периода зависит от эксцентриситетов орбиты Земли и планеты и взаимного расположения их больших полуосей. Так, например, средний синодический период Марса $780^{\text{д}}$, но в действительности периоды бывают от $765^{\text{д}}$ до $811^{\text{д}}$. С ошибкой не больше $10^{\text{д}}$, а большей частью меньше $5^{\text{д}}$, синодический период Марса равен $S=811-0,27x$, где x — число дней между датой оппозиции и ближайшим 16 июля.

**) Величина $k = \sqrt{f} = 0,0172021$ называется гауссовой постоянной (стр. 392).

В системе CGS, считая массу Солнца равной $1,99 \cdot 10^{33}$ г, астрономическую единицу равной $149,6 \cdot 10^{11}$ см, число секунд в сутках 86 400, получим

$$f = (6,673 \pm 0,0017) \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/\text{г} \cdot \text{сек}^2.$$

Из закона Ньютона строго выводятся все три закона Кеплера, причем вывод третьего закона Кеплера, учитывающий массы планет, дает формулу, которая ближе соответствует действительности:

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{f (M_{\odot} + m)}{4\pi^2}$$

или, в случае сравнения двух планет,

$$\frac{T_1^2}{a_1^3 (M_{\odot} + m_2)} = \frac{T_2^2}{a_2^3 (M_{\odot} + m_1)}. \quad (56)$$

Здесь $M_{\odot}$ — масса центрального тела (например, Солнца), а a_1 , m_1 и a_2 , m_2 — соответственно большие полуоси и массы двух тел, обращающихся вокруг центрального.

Эту формулу можно применить к любым двум телам Солнечной системы, из которых одно обращается вокруг другого, и использовать ее для определения масс планет, имеющих спутники.

Применяя эту формулу к движению Земли вокруг Солнца ($T_1=1$ году, $a_1=1$ а. е.) и к движению Луны вокруг Земли ($T_2=0,0694$ года, $a_2=0,002571$ а. е.), можно составить соотношение

$$\frac{M_{\odot} + m_{\oplus}}{m_{\oplus} + m_{\lrcorner}} \cdot \frac{1^2}{(0,0694)^2} = \frac{1^3}{(0,002571)^3}.$$

Пренебрегая в числителе массой Земли, малой по сравнению с массой Солнца, а в знаменателе массой Луны, малой по сравнению с массой Земли, получим

$$\frac{M_{\odot}}{m_{\oplus}} = 329228 *).$$

Зная же из лабораторных опытов, что $m_{\oplus} = 6 \cdot 10^{27}$ г, мы получим $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{33}$ г.

Применяя те же рассуждения к другой планете с массой m_p , имеющей спутника, можно определить отношение $M_{\odot}/m_p$ и, зная $M_{\odot}$, вычислить m_p . Массу планеты, не имеющей спутников, можно определить лишь из анализа тех возмущений (см. ниже), которые эта планета вызывает в движении других планет или комет. Об определении массы Луны см. стр. 33.

Применяя формулу (56) к двойным звездам либо к двойным галактикам, мы можем получить оценку суммы масс звезд или галактик (стр. 143).

Изучение движения планеты вокруг Солнца в небесной механике носит название задачи двух тел. В общем виде эту задачу

*) Приблизленно масса Земли составляет 3/1 000 000 массы Солнца.

можно сформулировать так: два сферических тела (однородные или со сферично-симметричным распределением плотности) с известными массами находятся под действием взаимного тяготения; даны их положения и скорости относительно какой-то системы координат в некоторый момент; каково будет их расположение и скорости в любой последующий (или было в любой предыдущий!) момент времени? Иначе говоря, каково будет их движение? Ньютон показал, что возможные орбиты в задаче двух тел — это конические сечения (стр. 205); движение происходит под действием центральной силы и подчиняется законам Кеплера (стр. 255).

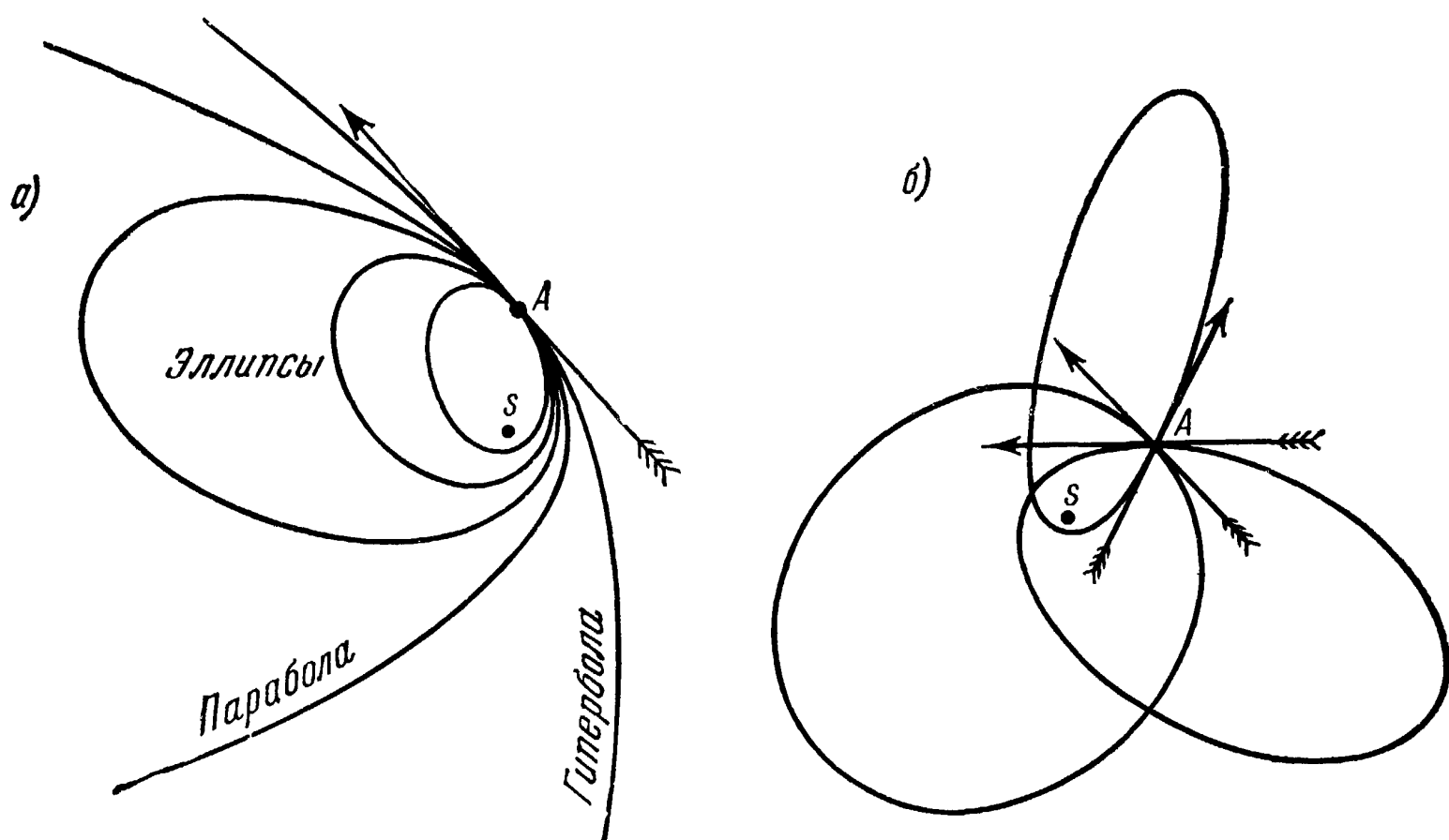


Рис 173. а) Орбиты, образующиеся при различных скоростях в точке А, направленных в одну и ту же сторону, б) эллиптические орбиты при различных направлениях равных скоростей в точке А.

Рисунок 173 дает пример зависимости формы и расположения орбиты одного тела вокруг другого, принимаемого за неподвижное, от различия в величине (а) или направления (б) скорости в точке А. Так, например, если на расстоянии 1 а. е. от Солнца тело имеет скорость меньше 42 км/сек, то орбита будет эллиптической, больше 42 км/сек — гиперболической. Скорость 42 км/сек называется параболической (для этого расстояния).

Вычисление движения двух тел представляет относительно простую задачу. Пусть теперь даны массы, взаимные расстояния и скорости трех тел в некоторый момент и требуется вычислить их расстояния и скорости в последующие (или предыдущие) моменты времени. Эта «задача трех тел» исключительно сложна. Общего решения ее до сих пор еще не найдено. Только в некоторых частных случаях, например, когда тела движутся в одной плоскости и массой одного из них можно пренебречь по сравнению с массами двух других, получено точное решение задачи. Оно связано с так называемыми точками либрации. Точки (или центры) либрации L_1 , L_2 и L_3

называются *прямолинейными* *), так как они расположены на прямой, соединяющей центральное тело и его спутник. Положения этих точек либрации зависят от отношения масс двух тел. «Треугольные**») точки либрации L_4 и L_5 находятся в вершинах равносторонних треугольников (см. рис. 50). Табл. XXII дает относительные расстояния всех точек либрации для систем: Солнце — Юпитер (две группы «*троянцев*» располагаются близ L_4 и L_5) и Земля — Луна (см. стр. 57 о пылевых спутниках Земли близ точек L_4 и L_5).

Т а б л и ц а XXII

Система Солнце—Юпитер (единица расстояния = 5,203 а. е.)			Система Земля—Луна (единица расстояния = 384 тыс. км)		
Точка либрации	r (от ☉)	ρ (от ♃)	Точка либрации	r (от ☿)	ρ (от ☾)
L_1	0,933	0,067	L_1	0,820	0,180
L_2	1,070	0,070	L_2	1,207	0,207
L_3	0,999	1,999	L_3	0,394	1,394
L_4	1,000	1,000	L_4	1,000	1,000
L_5	1,000	1,000	L_5	1,000	1,000

Задача еще более усложняется, когда мы имеем дело с четырьмя и более телами, как, например, со всей Солнечной системой, состоящей из тысяч тел.

Вычисление орбит и эфемерид тел Солнечной системы чрезвычайно облегчается тем, что масса Солнца примерно в 750 раз больше, чем общая масса всех остальных тел Солнечной системы, а масса даже самой большой планеты — Юпитера — в 1047 раз меньше солнечной. Это позволяет, вычислив приближенную орбиту какого-либо светила в рамках задачи двух тел (*невозмущенное движение*), в дальнейшем учесть сравнительно незначительные *возмущения* этой орбиты притяжением других членов систем (в первую очередь Юпитера и Сатурна) и определить орбиту и движение (*возмущенное движение*) тела с желаемой степенью точности.

Теоретической астрономией подробно разработаны методы вычисления элементов орбит планет и предвычисления эфемерид по данным наблюдений (стр. 260). Последние годы учет возмущений, вычисление орбит и эфемерид проводятся на электронных вычислительных машинах.

Элементы планетных и кометных орбит. Положение планеты или кометы в пространстве может быть определено с помощью шести *элементов* ее орбиты, из которых пять элементов геометрических и один динамический. Эти элементы следующие (рис. 174): наклон орбиты i — угол между плоскостью орбиты планеты и плоскостью эклиптики (иначе, плоскостью земной орбиты), гелиоцентрическая

*) Или, иначе, *коллинеарными*.
 **) Или, иначе, *тригональные* или *эквилатеральные*.

долгота восходящего узла орбиты Ω *), расстояние перигелия от узла ω , большая полуось a , эксцентриситет e , средняя аномалия M_0 в эпоху t_0 , или момент прохождения через перигелий T_0 . Средняя аномалия — вспомогательная величина, в каждый данный момент равная дуге, которую описала бы планета после своего прохождения через перигелий, если бы она равномерно двигалась по круговой орбите, имеющей диаметр $2a$ (вспомогательная *кеплерова окружность*), завершая полный оборот за период P обращения планеты (выраженный в средних солнечных сутках).

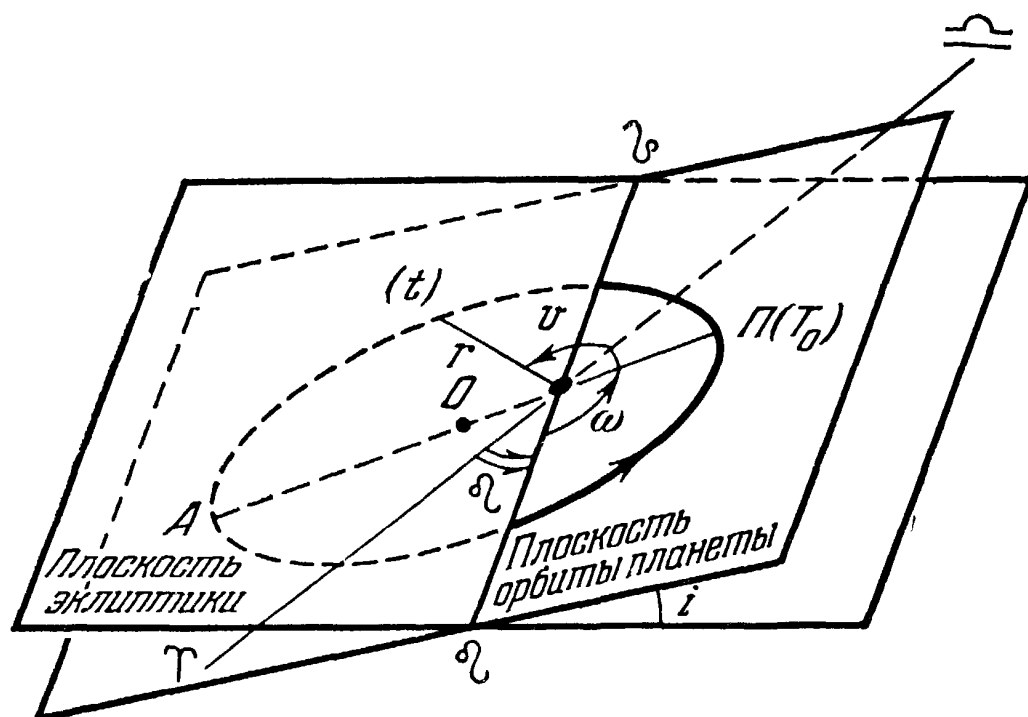


Рис. 174. Элементы планетных орбит.

Если $n^\circ = \frac{360^\circ}{P}$ назовем *средним суточным движением* планеты, T_0 — моментом прохождения перигелия, то в момент t средняя аномалия M будет $M = n^\circ (t - T_0)$.

Период обращения (в годах) получим из третьего закона Кеплера: $P = \sqrt{a^3}$, если a выражено в астрономических единицах.

Наклон i считается от 0° до 180° . Углом i , бóльшим 90° , соответствует обратное движение по орбите **). Расстояние перигелия от узла ω определяет ориентацию орбиты в ее плоскости, — это угол между линией узлов и большой осью орбиты; он отсчитывается вдоль орбиты, в направлении движения планеты.

Иногда указывают долготу перигелия $\pi = \Omega + \omega$. Угол π , следовательно, измеряется в двух плоскостях: в плоскости эклиптики от Υ до Ω и потом в плоскости орбиты планеты от Ω до Π ***).

*) Восходящий узел Ω соответствует той точке пересечения орбиты с плоскостью эклиптики, в которой планета переходит из полусферы, содержащей южный полюс эклиптики, в полусферу, содержащую ее северный полюс.

**) Для планет углы i небольшие (стр. 76 и 405) и движение прямое; для комет i может быть любым и движение может быть и обратным (стр. 96).

***) В 1916 г. А. Эйнштейн указал, что одним из следствий теории относительности должны быть вековые *перемещения перигелиев* планетных орбит. Для Меркурия Эйнштейн предсказал смещение $+42'',89$ в столетие, что совпало с величиной необъяснимого смещения, обнаруженного С. Ньюкомом из анализа многолетних наблюдений. Аналогичное смещение для Венеры должно быть $+8'',6$, для Земли $+3'',8$, для Марса $+1'',35$ в столетие.

Форма орбиты определяется эксцентриситетом $e = \frac{c}{a}$, где c — расстояние от центра эллипса до его фокуса. При эксцентриситетах, близких к нулю, форма орбиты близка к окружности; при больших эксцентриситетах орбита имеет вид весьма вытянутого эллипса. Иногда для удобства некоторых вычислений указывают так называемый *угол эксцентриситета* φ , связанный с e соотношением

$$e = \sin \varphi = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}, \quad (57)$$

где $b = a \cos \varphi$ — малая полуось эллипса.

Так как орбиты комет обычно очень вытянуты и имеют очень большие a , то в первом приближении их принимают за параболы, т. е.

полагают $e = 1$, $a = \infty$. Новым линейным элементом принимают *перигелийное расстояние* q . Это упрощает задачу определения элементов орбиты.

Когда элементы орбиты известны, можно решить обратную задачу: предвычислить положения светила на небе (т. е. координаты α и δ) и расстояние от Земли ρ для ряда моментов времени, т. е. вычислить так называемую *эфемериду*. Эфемериды больших и малых планет и их спутников, Луны, а также Солнца, данные о затмениях и других астрономических явлениях составляют основное содержание астрономических ежегодников.

О вычислении эфемерид. Чтобы рассчитать по известным элементам орбиты эфемериду малой планеты либо продолжить опубликованную эфемериду какой-либо кометы *), поступаем следующим образом.

Зная элементы орбиты, т. е. a , e , i , Ω , ω и T_0 , находим положение планеты (или кометы) в плоскости ее орбиты. Оно определяется для каждого момента времени t двумя величинами: радиусом-вектором r и истинной аномалией v **) (рис. 175). Их можно получить из следующих соотношений:

$$\left. \begin{aligned} r \sin v &= a \sqrt{1 - e^2} \sin E, \\ r \cos v &= a (\cos E - e), \end{aligned} \right\} \quad (58)$$

в которые, помимо элементов a и e , входит величина E — *эксцентрисическая аномалия*. На рис. 175 $A'NA$ — *кеплерова вспо-*

*) Точные вычисления, разумеется, требуют учета возмущений, которые вызываются притяжением планет, в особенности Юпитера и Сатурна. Однако приближенные вычисления можно провести и без учета возмущений.

**) Истинная аномалия — угол между направлением большой оси орбиты и радиусом-вектором. Этот угол отсчитывается от перигелия в направлении движения планеты.

могательная окружность, построенная на большой оси эллипса орбиты как на диаметре. Перпендикуляр к большей оси, проведенный через планету P , встретится с этой окружностью в точке N . Угол NOA и есть эксцентрическая аномалия. Ее можно вычислить с помощью уравнения Кеплера

$$E - e \sin E = M, \quad (59)$$

где M — средняя аномалия в данный момент:

$$M = n^\circ (t - T_0). \quad (60)$$

Для решения уравнения Кеплера служат различные графические приемы, а также таблицы; некоторые из таблиц дают возможность по M и e сразу получить v .

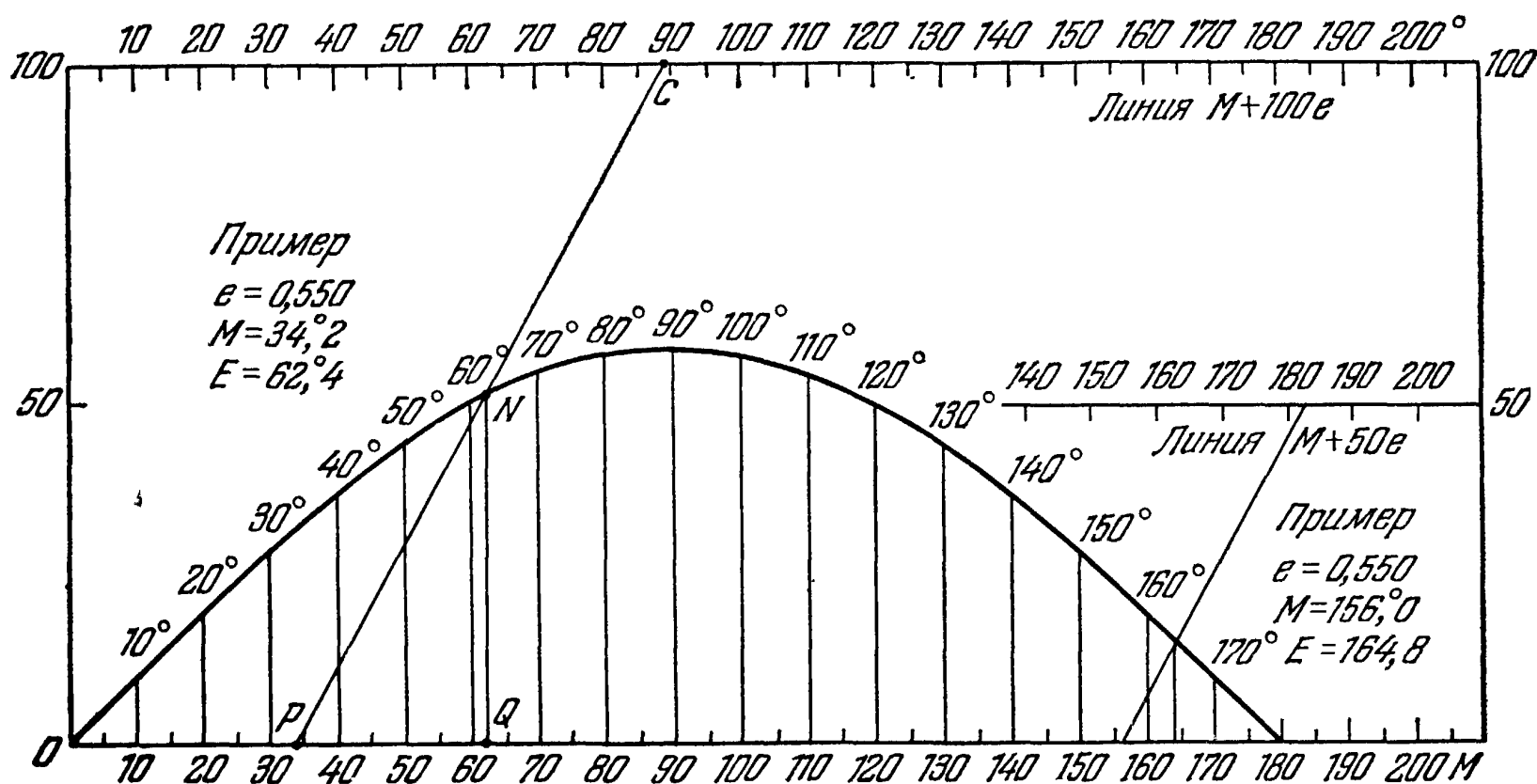


Рис. 176. Графическое решение уравнения Кеплера с помощью номограммы (Приложение X).

Приближенное решение уравнения Кеплера можно получить графическим путем. На рис. 176 схематически представлена номограмма, данная в Приложении X.

На оси абсцисс отложим отрезок OP , равный средней аномалии M , выраженной в градусах. От точки P проведем прямую, соединяющую ее с точкой C со значением $M+100e$ на верхней шкале. Из точки N пересечения прямой с синусоидой опустим перпендикуляр на ось абсцисс. Отрезок OQ дает значение эксцентрической аномалии E .

Таким образом, вначале для ряда равноотстоящих друг от друга моментов времени t_i определяем значения M_i , по ним находим E_i и затем вычисляем соответствующие значения r_i и v_i .

После того как получены r и v , можно перейти к определению гелиоцентрических прямоугольных координат планеты, а затем к определению ее геоцентрических и, наконец, видимых координат для тех же моментов времени.

Отсылая за деталями к специальным курсам, приведем здесь лишь рабочие формулы для вычисления прямого восхождения α , склонения δ и расстояния ρ светила от Земли.

Вычисления облегчаются употреблением шести так называемых постоянных Гаусса: A, B, C, a, b и c , которые определяются по известным элементам орбиты планеты и наклону экватора Земли к эклиптике ϵ следующими формулами:

$$\left. \begin{aligned} a \sin A &= \cos \Omega, \\ a \cos A &= -\cos i \sin \Omega, \\ b \sin B &= \sin \Omega \cos \epsilon, \\ b \cos B &= \cos \Omega \cos i \cos \epsilon - \sin i \sin \epsilon, \\ c \sin C &= \sin \Omega \sin \epsilon, \\ c \cos C &= \cos \Omega \cos i \sin \epsilon + \sin i \cos \epsilon, \end{aligned} \right\} \tag{61}$$

где ϵ, i, Ω , а затем и ω должны быть приведены к одной и той же эпохе. Влияние прецессии на элементы орбиты выражается формулами

$$\begin{aligned} \Omega_{1950} &= \Omega_t - a + b \sin (\Omega_t + c) \operatorname{ctg} i_t, \\ i_{1950} &= i_t - b \cos (\Omega_t + c), \\ \omega_{1950} &= \omega_t - b \sin (\Omega_t + c) \operatorname{cosec} i_t. \end{aligned}$$

Величины ϵ, a, b и c (табл. XXIII) приводятся в Астрономическом Ежегоднике СССР.

Т а б л и ц а XXIII
Наклон экватора Земли к эклиптике ϵ
и постоянные Гаусса a, b, c

Год	ϵ	a	b	c
1970	23°,44318	—0,2792	—0,0026	5°,361
1971	,44305	,2932	28	,350
1972	292	,3072	29	,339
1973	279	,3212	30	,327
1974	266	,3351	31	,316
1975	253	,3491	33	,304
1976	240	,3631	34	,292
1977	227	,3770	35	,281
1978	214	,3910	37	,270
1979	201	,4050	38	,258
1980	188	,4189	39	,247
1981	175	,4329	40	,235
1982	162	,4468	42	,224
1983	149	,4608	43	,212
1984	136	,4748	44	,200
1985	23,44123	—0,4888	0,0046	5,189

Постоянные a, b и c в формулах (61) считаются положительными, тогда величины углов A, B и C вполне определяются приведенными формулами. Для облегчения вычислений вводятся вспомогательные

величины n и N , определяемые соотношениями

$$\left. \begin{aligned} n \sin N &= \sin i, \\ n \cos N &= \cos \varOmega \cos i, \end{aligned} \right\} \quad (62)$$

где $n > 0$; тогда

$$\begin{aligned} b \cos B &= n \cos (N + \varepsilon), \\ c \cos C &= n \sin (N + \varepsilon). \end{aligned}$$

Для вычисления всех постоянных Гаусса и вспомогательных величин получаем следующие выражения:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} N &= \operatorname{tg} i \sec \varOmega, \\ n &= \sin i \operatorname{cosec} N, \\ \operatorname{tg} A &= -\operatorname{ctg} \varOmega \sec i, \\ a &= \cos \varOmega \operatorname{cosec} A, \\ \operatorname{tg} B &= \frac{\sin \varOmega \cos \varepsilon}{n \cos (N + \varepsilon)}, \\ b &= \sin \varOmega \cos \varepsilon \operatorname{cosec} B, \\ \operatorname{tg} C &= \frac{\sin \varOmega \sin \varepsilon}{n \sin (N + \varepsilon)}, \\ c &= \sin \varOmega \sin \varepsilon \operatorname{cosec} C. \end{aligned} \right\} \quad (63)$$

Квадранты, в которых находятся углы N , A , B и C , определяются знаками синусов и косинусов этих углов, которые можно получить из соотношений (61) и (62).

Для контроля правильности вычислений гауссовых постоянных служит формула

$$\frac{bc \sin (B - C)}{a \cos A} = -\operatorname{tg} i. \quad (64)$$

Прямое восхождение планеты α *), ее склонение δ и расстояние ρ для данного момента t определяются формулами

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{rb \sin (B + \omega + v) + Y_0}{ra \sin (A + \omega + v) + X_0}, \\ \operatorname{tg} \delta &= \frac{rc \sin (C + \omega + v) + Z_0}{rb \sin (B + \omega + v) + Y_0} \sin \alpha, \\ \rho &= \operatorname{cosec} \delta [rc \sin (C + \omega + v) + Z_0], \end{aligned} \right\} \quad (65)$$

где X_0 , Y_0 и Z_0 — прямоугольные координаты Солнца, помещаемые в астрономических ежегодниках на каждый день года и в сокращенном виде содержащиеся в табл. 37.

Указанная схема справедлива для самых точных вычислений, однако при сравнении вычислений с наблюдениями необходимо учитывать в этом случае влияние на координаты светила прецессии, нутации, параллакса и абберации. Для этого в астрономических ежегодниках помещают особые таблицы, облегчающие вычисления.

*) Квадрант, в котором находится угол α , определяется тем, что знак числителя совпадает со знаком синуса α , а знак знаменателя со знаком косинуса α .

Для комет, имеющих орбиты в виде очень вытянутых эллипсов, в первом приближении вычисляют эфемериду в предположении, что комета движется по *параболической* орбите. В этом случае элементов орбиты, подлежащих определению, будет только пять (так как $e=1$): q , i , Ω , ω и T_0 , а соотношения будут иметь следующий вид:

$$M = q^{-\frac{3}{2}}(t - T_0),$$

$$\operatorname{tg} \frac{v}{2} + \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 \frac{v}{2} = \frac{k}{\sqrt{2} q^{3/2}}(t - T_0) = \frac{k}{\sqrt{2}} M, \quad r = q \left(1 + \operatorname{tg}^2 \frac{v}{2} \right),$$

где T_0 — время прохождения через перигелий, q — перигелийное расстояние и $k=0,0172$ (гауссова постоянная; см. сноску на стр. 255).

В остальном вычисление эфемериды ведется так, как описано выше. Существуют таблицы, дающие $\operatorname{tg} \frac{v}{2}$ в функции M для параболической орбиты (см., например, табл. XII в книге А. Д. Дубяго «Определение орбит»). Гиперболическая орбита определяется шестью элементами; среди них q и $e > 1$.

6. Об основах спектрального анализа

Основы спектрального анализа были заложены более ста лет назад. Было замечено, что свет, излучаемый раскаленными парами и газами, будучи разложен трехгранной стеклянной призмой, дает систему отдельных узких светлых линий, так называемых *линий излучения*, или *эмиссионных линий*, в то время как спектр раскаленных твердых и жидких тел, а также газов при большом давлении имеет вид непрерывной радужной полосы, в которой один цвет незаметно переходит в другой.

Условно разделяют воспринимаемую глазом область спектра на следующие семь цветов («цвета радуги»): красный (длины волн от 770 до 650 *мкм*), оранжевый (650—590 *мкм*), желтый (590—550 *мкм*), зеленый (550—490 *мкм*), голубой (490—470 *мкм*), синий (470—450 *мкм*) и фиолетовый (450—360 *мкм*). За этими пределами находятся инфракрасная (длина волны от 770 до 300 000 *мкм*) и ультрафиолетовая (длина волны от 360 до 20 *мкм*) части спектра. Еще дальше лежит область рентгеновских лучей (от 200 Å до 0,05 Å) и гамма-лучей (от 0,05 Å до 0,006 Å). За инфракрасными лучами лежит область радиоизлучения (от 0,3 *мм* до 30 *км*). Таким образом, воспринимаемая глазом область спектра — всего лишь узкая полоска в спектре электромагнитных волн — «оптическое окно» (рис. 177). Еще одно «окно» расположено в радиодиапазоне. Его границы определяются поглощением в земной атмосфере.

Свет раскаленного твердого или жидкого тела, пройдя сквозь облако паров какого-нибудь химического элемента или сквозь газ, дает спектр, прерываемый тонкими темными линиями (*линиями поглощения*) как раз в тех местах, где находятся линии излучения этого

пара или газа. В соответствии с этим различают три типа спектров: *непрерывный спектр, спектр излучения (эмиссионный или линейчатый спектр) и спектр поглощения.*

Спектры различных элементов отличаются друг от друга расположением линий в спектре и их интенсивностью. Астрономы воспользовались этим для изучения химического состава атмосфер небесных тел. Наиболее заметные линии поглощения солнечного спектра еще в начале XIX в. изучил и описал Фраунгофер; эти линии получили название *фраунгоферовых* (рис. 178). В табл. 70 приведены длины волн и интенсивности основных фраунгоферовых линий солнечного спектра.

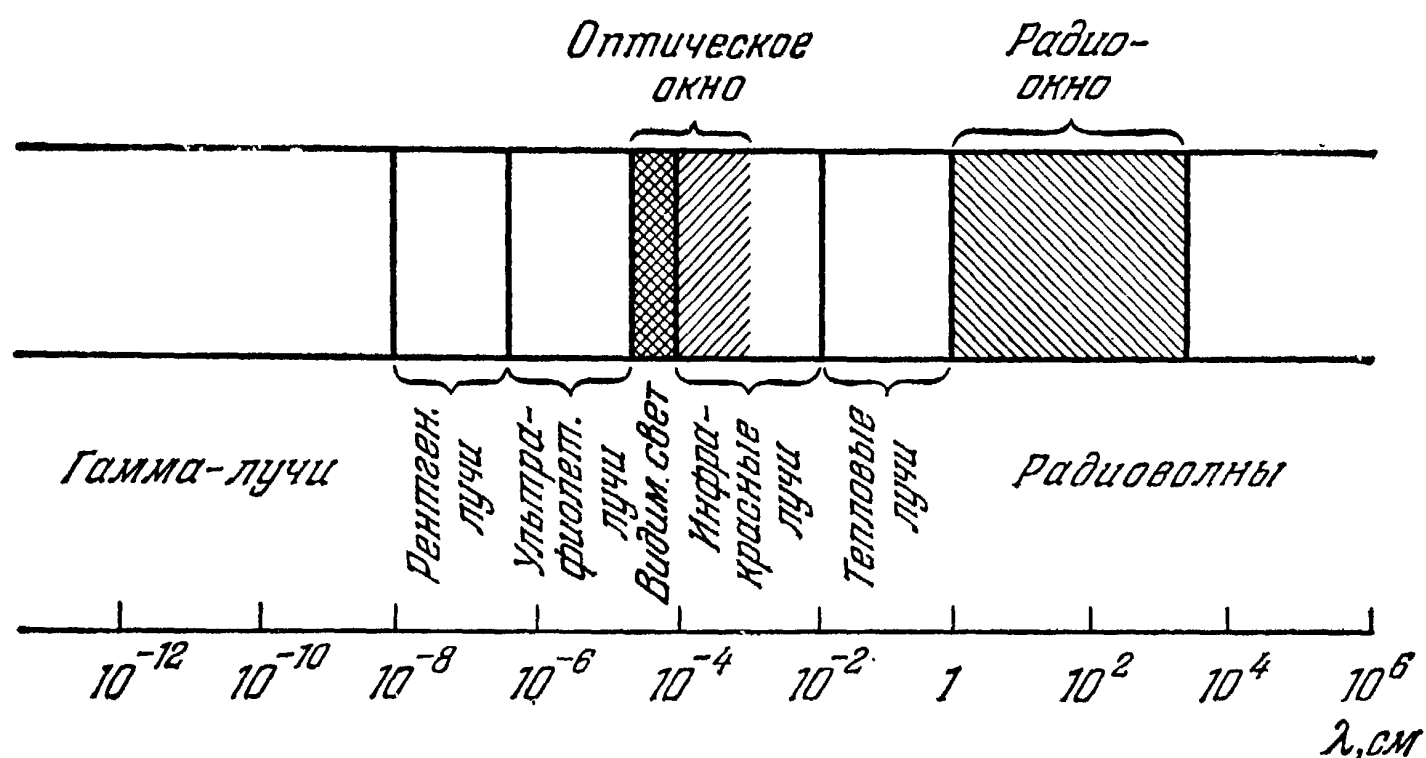


Рис. 177. Спектр электромагнитных волн и окна прозрачности земной атмосферы. Область с двойной штриховкой — видимый свет.

Для изучения спектров астрономы пользуются главным образом спектрографами — приборами, позволяющими фотографировать спектры небесных тел. Спектр Солнца, как и спектры звезд, является спектром поглощения *). В нем известно более 26 000 линий поглощения **).

Спектры Луны и планет похожи на спектр Солнца, так как эти тела светят отраженным солнечным светом; сообразно с цветом поверхности планеты меняется лишь кривая распределения энергии в спектре. Кроме того, в спектрах некоторых планет можно видеть новые темные линии, возникшие вследствие поглощения в их атмосферах.

Определение температур. Изучение спектров Солнца и звезд дает нам возможность узнать не только состав их атмосфер, но определить физические условия и температуру их поверхности. Для решения этой последней задачи применяются следующие основные методы.

*) В спектрах некоторых типов звезд наблюдаются наряду с линиями поглощения и линии излучения (эмиссионные линии); см. гл. I.

**) Наиболее полным в настоящее время является «Фотометрический атлас солнечного спектра» Миннарта, Мульдерса и Хаутгаста, изданный в Голландии в 1940 г. Он охватывает солнечный спектр от 3332 до 8771 Å, причем общая длина регистрограмм достигает 100 м! Масштаб атласа 2 см/Å. В 1951 г. на обсерватории Мак-Мас (США) получен инфракрасный спектр Солнца от 8465 до 25242 Å.

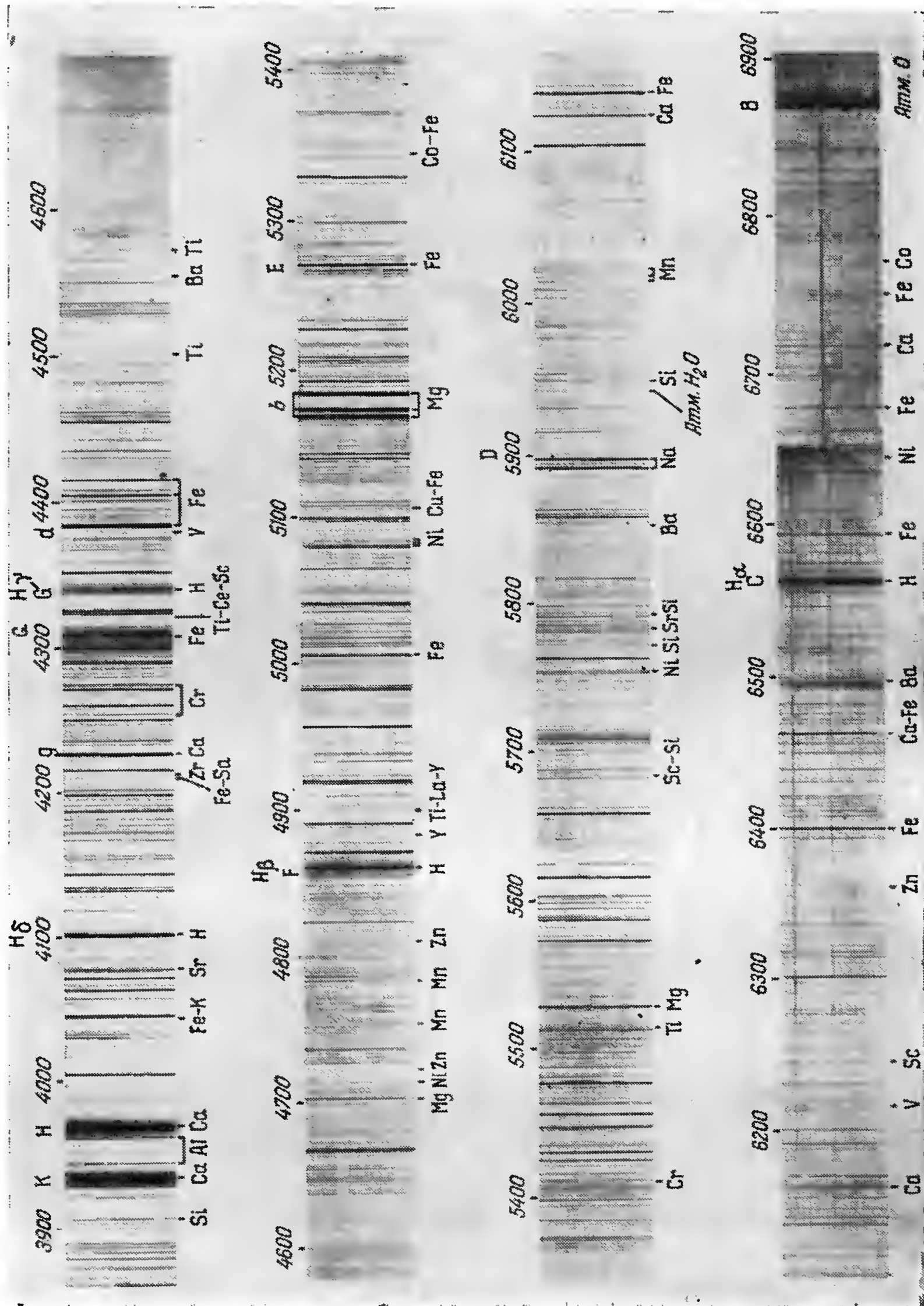


Рис. 178. Солнечный спектр с фраунгоферовыми

1. Изучение распределения энергии вдоль спектра. При этом предполагается, что звезды излучают энергию как абсолютно черные тела (стр. 122), т. е. удовлетворяют **з а к о н у П л а н к а**:

$$I(\lambda, T)\Delta\lambda = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \Delta\lambda, \quad (66)$$

где $I(\lambda, T)$ — интенсивность в интервале длин волн $\lambda + \Delta\lambda$, h — постоянная Планка (табл. 6), c — скорость света, k — постоянная Больцмана, T — температура, отсчитываемая от абсолютного нуля.

Часто формулу Планка пишут в следующем виде:

$$E_\lambda \Delta\lambda = \frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} \Delta\lambda. \quad (67)$$

Если полное излучение во всех направлениях E_λ выразить в эргах с квадратного сантиметра в секунду, длину волны λ — в см, температуру T — в градусах, то

$$c_1 = 3,7403 \cdot 10^{-5} \text{ эрг} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{сек}^{-1} = 3,7403 \cdot 10^{-12} \text{ вт} \cdot \text{см}^2, \\ c_2 = 1,43868 \text{ см} \cdot \text{град}.$$

Определенные этим методом температуры называют *цветовыми*.

Кривые распределения энергии в спектре абсолютно черного тела для различных абсолютных температур и распределение энергии в спектре центра диска Солнца (по сводным данным А. В. Харигонова и Е. А. Макаровой) показаны на рис. 179. Интенсивности даны в $\text{эрг}/\text{см}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{стер} \cdot \text{см}$, а длины волн взяты в пределах от 2000 до 10 000 Å, в которых реально изучают по фотографиям распределение энергии в спектрах небесных тел. Стрелками показаны максимумы кривых, а штриховая линия демонстрирует закон Вина (см. ниже). Как видно, распределение энергии в спектре Солнца отличается от теоретической кривой для 6000° К *).

2. Определение длины волны максимума кривой распределения энергии в спектре и применение закона смещения Вина (см. рис. 179)

$$\lambda_{\max} = \frac{2897,5}{T}. \quad (68)$$

Если $\lambda_{\max}$ выразить в миллимикронах, то температура получится в тысячах градусов.

3. Определение общего потока радиации, приходящего в единицу времени от тела, размеры и расстояние которого известны, и применение к этому потоку **з а к о н а С т е ф а н а — Б о л ь ц м а н а** (справедливого для абсолютно черного тела):

$$E = \sigma T_{\text{eff}}^4, \quad (69)$$

*) В 1943 г. Э. Р. Мустель показал, что излучение звезд не может быть планковским из-за различных сложных процессов, протекающих в их атмосферах. В последние годы открыт ультрафиолетовый избыток излучения звезд (избыток по сравнению с планковским).

где E — энергия, излучаемая квадратным сантиметром поверхности тела в одну секунду в одну сторону от него, σ — постоянная Стефана, определяемая опытным путем по измерениям полного излучения ряда тел с известной температурой и равная $5,6698 \cdot 10^{-5} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{град}^{-4} \cdot \text{сек}^{-1}$. Этим методом, например, вычисляется температура Солнца и тех

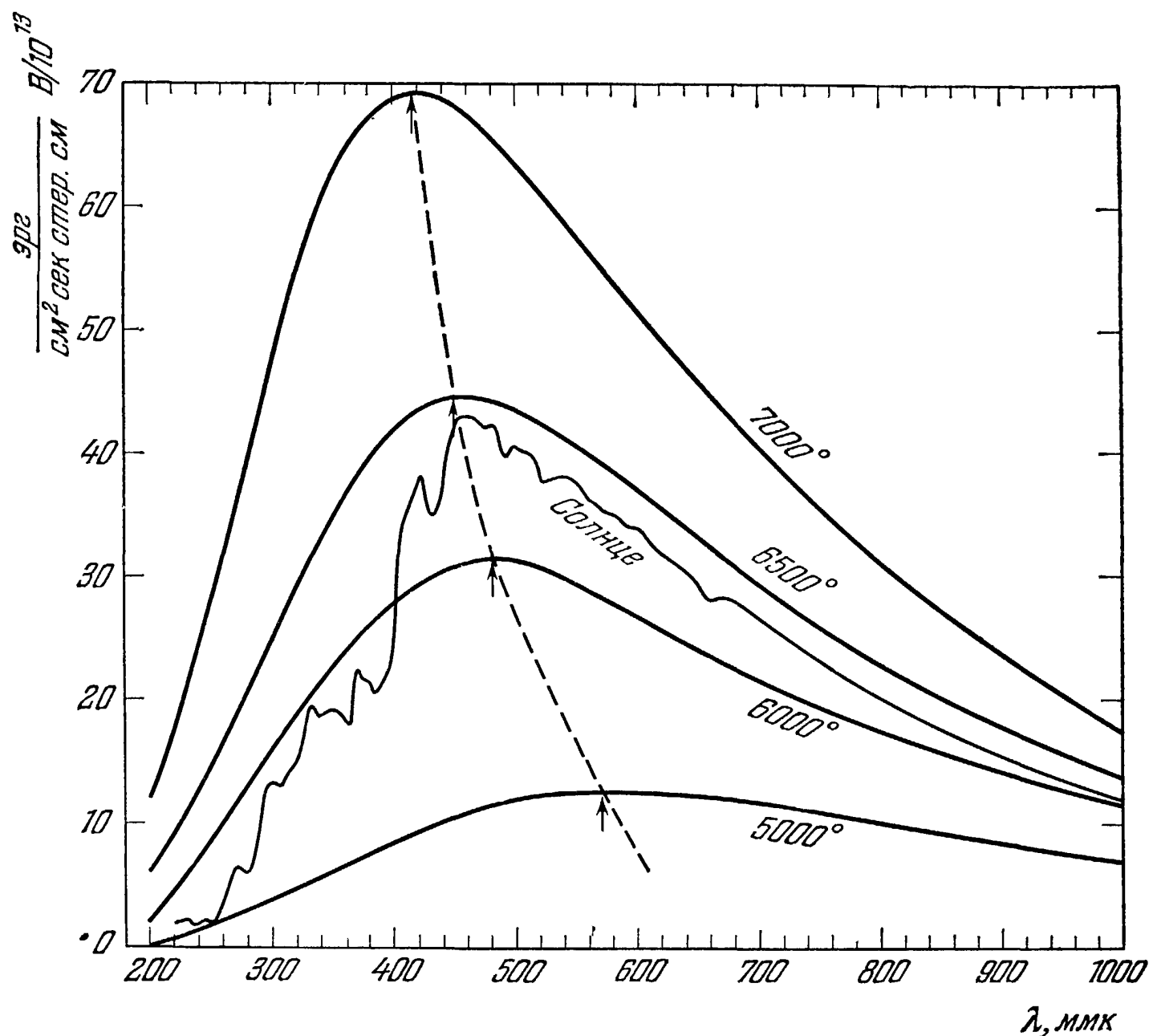


Рис 179 Кривые распределения энергии в спектре абсолютно черного тела при разных температурах и кривая распределения энергии центра диска Солнца.

нескольких звезд, для которых измерены и параллаксы и угловые диаметры. Определенные этим методом температуры называются *эффективными*.

Светимость L звезды радиуса R и температуры поверхности T_{eff} равна

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{\text{eff}}^4. \quad (70)$$

4. Детальное изучение спектра, включающее измерение интенсивности линий и применение теории ионизации. В этой теории устанавливается связь температуры с ионизацией атомов различных элементов. Полученная этим методом температура звезды называется *ионизационной*.

Лучевые скорости. С помощью спектрографа или объективной призмы можно получить спектрограмму или спектральный снимок участка неба и по ним определить скорость движения интересующего нас небесного тела вдоль луча зрения. Вследствие эффекта Доплера

все линии в спектре небесного тела, движущегося от нас или к нам, смещаются соответственно к красному или фиолетовому концу спектра. Смещение линий $\Delta\lambda$, выраженное в тех же единицах, в которых измеряются длины световых волн λ , связано простым соотношением с лучевой скоростью светила, выраженной в км/сек:

$$V_r = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda}, \quad (71)$$

где c — скорость света *).

Лучевая скорость светила является одной из двух составляющих (компонентов) его полной пространственной скорости относительно наблюдателя. Другим компонентом является собственное движение светила μ , измеряемое в секундах дуги в год (стр. 136).

Изучение собственных движений и лучевых скоростей звезд дало возможность обнаружить движение Солнца в пространстве и определить его скорость, обнаружить систематические движения групп звезд и исследовать вращение Галактики. Исследованием лучевых скоростей различных частей колец Сатурна А. А. Белопольский подтвердил метеоритное строение колец; изучение смещения линий западного и восточного краев Солнца дало еще одну возможность определить скорость вращения Солнца.

Движение Земли вокруг Солнца вызывает периодическое смещение линий в спектре звезд с максимальной **) амплитудой ± 30 км/сек. Колебания V_r обнаруживают многие двойные звезды (стр. 140).

В настоящее время лучевые скорости ярк и х небесных светил определяются с максимальной точностью до $\pm 0,12$ км/сек. Поэтому при анализе смещений линий в спектре приходится учитывать не только влияние движения Земли по орбите, но и влияние вращения земного шара, движения Земли вокруг барицентра и даже влияние планет. В каталоге звезд ярче $4^m,5$ (см. табл. 50) 24 звезды отмечены как стандарты лучевых скоростей (с ошибкой меньше $\pm 0,2$ км/сек).

Магнитные поля. Анализ спектра может дать представление о наличии магнитного поля в том месте, от которого к нам приходит излучение. В магнитном поле каждая спектральная линия расщепляется на три (*эффект Зеемана*), расстояние между крайними из них пропорционально напряженности поля. В настоящее время существуют особые электронные приборы — *магнитографы*, с которыми можно параллельно с измерением лучевой скорости измерять напряженность магнитного поля (о магнитных полях звезд см. стр. 147).

*) Скорость в 1 км/сек соответствует перемещению на 1 пс в 10^6 лет или 0,21 а. е. в год. Смещение в 1 Å для линии H_γ (4340,66 Å) соответствует лучевой скорости в 69,07 км/сек

**) Если звезда лежит в плоскости эклиптики.

ГЛАВА IV

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ. ПОДГОТОВКА К НАБЛЮДЕНИЯМ. УТОЧНЕНИЕ КООРДИНАТ МЕСТА НАБЛЮДЕНИЙ

В этой главе собраны лишь самые необходимые сведения об астрономических инструментах, включая вопросы правильной установки экваториального штатива астрономической трубы, уточнение координат места наблюдения, организации собственной службы времени и «службы погоды».

За последние годы больших успехов достигло у нас любительское телескопостроение. В декабре 1964 г. в Москве состоялся colloquium строителей самодельных телескопов, созданный Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом (ВАГО). Его итоги описаны в ЗиВ, № 2, 1965 г. В этом журнале, а также в сборниках «Любительское телескопостроение» (см. стр. 378) можно найти подробные указания для изготовления и испытания самодельного телескопа (как рефрактора, так и рефлектора). (ЗиВ, 1968, № 2, 75—79 — о проектах башен для народных обсерваторий.)

Несмотря на ряд книг, изданных по любительскому астроприборостроению и, особенно, ставшей классическим руководством книги выдающегося любителя астрономии проф. М. С. Навашина (биолога по специальности) «Телескоп астронома-любителя» (2-е изд., 1967), автор счел возможным в ответ на просьбы читателей включить раздел (стр. 284—293), любезно составленный оптиком Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и многолетним руководителем юных телескопостроителей Симферопольского отделения ВАГО Г. М. Поповым, посвященный изготовлению оптики любительского рефлектора.

1. Астрономические трубы и телескопы

Различают два основных типа телескопов: *рефлекторы* и *рефракторы*. За последние десятилетия появились инструменты, совмещающие черты того и другого типа телескопов, например, телескопы Шмидта, менисковые телескопы Д. Д. Максutowa, зеркально-линзовые астрокамеры Г. Г. Слюсарева и другие.

В рефракторе (рис. 180) изображение создается стеклянной линзой — объективом, который, преломляя падающие на него лучи, собирает их в фокальной плоскости. Одним из основных оптических недостатков однолинзовых рефракторов является *хроматическая аберрация*. Линза объектива ведет себя и как призма и не только преломляет свет, но и разлагает его на составляющие цвета. При этом фокус красных лучей располагается от объектива дальше, чем фокус синих лучей. При фокусировке на желто-зеленые лучи, к которым особенно чувствителен человеческий глаз, получается красная и синяя (в сумме фиолетовая) кайма. Объективы, состоящие из двух или трех линз (апохроматические дублеты и апохроматические триплеты, сокращенно *ахроматы* и *апохроматы*), частично устраняют хроматическую аберрацию, которой совершенно лишены рефлекторы.

В рефлекторах (см. рис. 180) лучи собираются в фокусе зеркалом параболической формы, которое покрывается тонким слоем серебра или алюминия. В рефлекторе Ньютона лучи света, отразившись от основного зеркала, перехватываются плоским вторичным зеркалом и направляются вбок в точку F' . В схеме Кассегрена лучи перехватываются выпуклым вторичным зеркалом B , поверхность которого имеет форму вершины гиперболоида, и направляются сквозь отверстие в главном зеркале в точку F' .

В телескопе Б. Шмидта особая коррекционная линза K (на первый взгляд похожая на плоскопараллельную пластинку) позволяет использовать в качестве главного зеркала сферическое зеркало, более удобное для изготовления.

Изображение, полученное объективом или зеркалами, рассматривается в сложную лупу, называемую *окуляр*ом, или фотографируется.

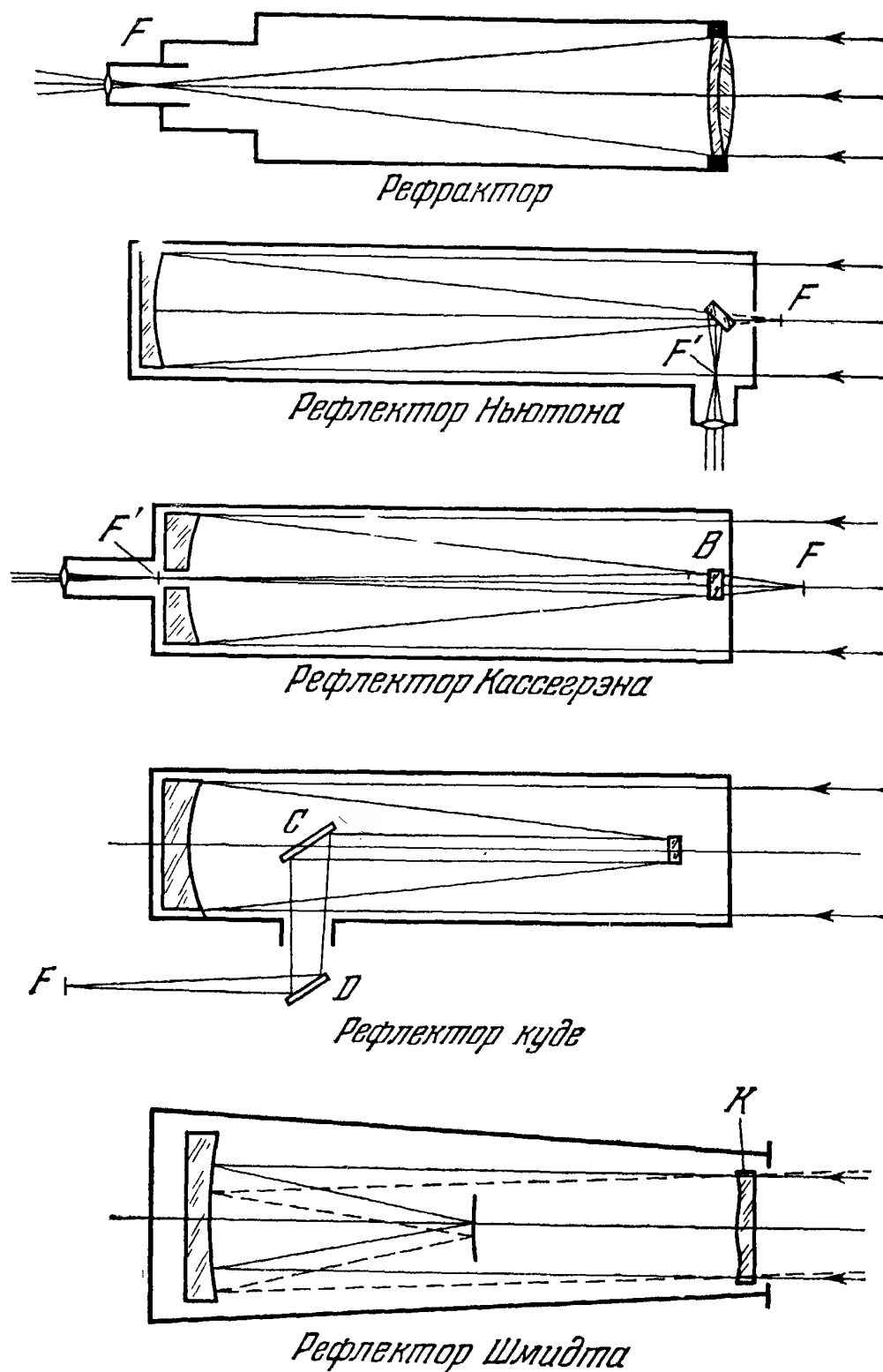


Рис. 180. Схемы рефрактора и рефлекторов.

Прямая, соединяющая центр объектива и центр окуляра, называется *оптической осью*. Обычно телескоп снабжается несколькими окулярами, дающими различные увеличения. Окуляры бывают двух основных типов (рис. 181): окуляры Гюйгенса (обычно неправильно называемые отрицательными) и окуляры Рамсдена (положительные). Другие виды окуляров являются усложнениями и усовершенствованиями этих основных типов. В окуляре Гюйгенса диафрагма D , находящаяся в фокусе объектива и ограничивающая поле зрения, расположена между линзами окуляра, а в окуляре Рамсдена — перед линзой, обращенной к объективу. В окулярах Рамсдена, Кельнера и Аббе *) можно

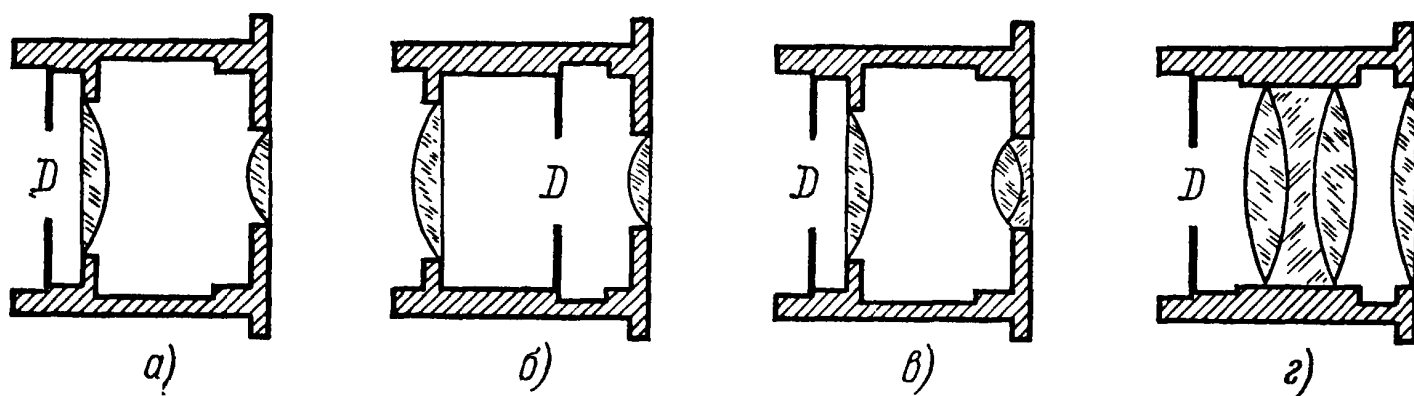


Рис. 181. Окуляры: Рамсдена (а), Гюйгенса (б), Кельнера — ахроматический (в) и Аббе — ортоскопический (г).

укрепить на этой диафрагме крест нитей, совершенно необходимый при различного рода измерениях (стр. 281). Все астрономические телескопы дают перевернутое изображение. (Об изготовлении окуляров см. ЗиВ, 1966, № 5, 78—81.)

Увеличение (угловое увеличение, т. е. отношение угла, под которым виден предмет в телескоп, к углу, под которым он был бы виден простому глазу, если бы глаз был способен оценивать углы меньше $1'$) телескопа определяется отношением фокусного расстояния объектива F **) к фокусному расстоянию окуляра f :

$$n = \frac{F}{f}. \quad (72)$$

Это увеличение можно определить также отношением диаметра входного зрачка, который практически совпадает с диаметром объектива (D), к диаметру так называемого выходного зрачка (d):

$$n = \frac{D}{d}. \quad (73)$$

Диаметр выходного зрачка можно определить так: отфокусировав трубу «на бесконечность», т. е. практически по достаточно удаленным предметам, надо направить ее на яркий фон (например, ясное небо) и на прозрачной кальке, держа ее около самого окуляра, получить четко очерченный кружок. Это и есть выходной зрачок — изображение

*) Ортоскопический окуляр Аббе дает очень хорошие, неокрашенные изображения в пределах всего поля зрения.

**) Для рефлекторов с неплоским вторичным зеркалом надо брать так называемое эквивалентное фокусное расстояние, которое равно фокусному расстоянию простой системы, дающей тот же линейный масштаб в фокальной плоскости.

объектива, даваемое окуляром. Его диаметр можно измерить линейкой, пользуясь лупой. Так как диаметр зрачка человеческого глаза не превышает в среднем 6,5 мм даже при самом минимальном освещении (ночью) *), то нет смысла делать выходной зрачок больше 7 мм в диаметре. Этим определяется фокусное расстояние окуляра, дающего наименьшее полезное увеличение при данном F .

Казалось бы, что можно достичь очень больших увеличений уменьшением фокусного расстояния окуляра f . Однако волновая природа света (дифракция; см. ниже) ставит предел наибольшему увеличению, которое можно получить при объективе данных размеров. Получить большее увеличение можно, лишь взяв объектив бóльших размеров. Принимают, что наибольшее увеличение равно 50—60 на каждый сантиметр диаметра объектива. Но эти пределы увеличения используются (особенно с большими инструментами) крайне редко вследствие беспокойствия атмосферы, которое «замывает» детали и делает изображение нечетким.

При наблюдении протяженных объектов (туманностей, комет, поверхностей планет) больший объектив дает в фокусе более яркое изображение, чем меньший объектив того же фокусного расстояния; длиннофокусный объектив даст более слабое изображение, чем короткофокусный того же диаметра, так как первый соберет свет от объекта на бóльшую площадь, чем второй. Характеристикой яркости изображения протяженного объекта может служить *геометрическая светосила* $A^2 = \left(\frac{D}{F}\right)^2$, т. е. квадрат *относительного отверстия* A —

отношения диаметра объектива к его фокусному расстоянию. У рефракторов A обычно около 1 : 15, у рефлекторов — около 1 : 6. Объективы с $A \geq 1 : 5$ называются *светосильными*. Имеются специальные *сверхсветосильные* объективы, у которых $A = 1 : 1$ и даже 1 : 0,6.

Проницающая сила телескопа определяется предельной звездной величиной звезд, видимых в него в ясную безлунную ночь. Ее можно вычислить по формуле

$$m = 2,1 + 5 \lg D, \quad (74)$$

где D — диаметр объектива в миллиметрах. Пользуясь рис. 182, можно определить m для любого телескопа с объективом до 200 мм. Однако полученная таким образом звездная величина относится к

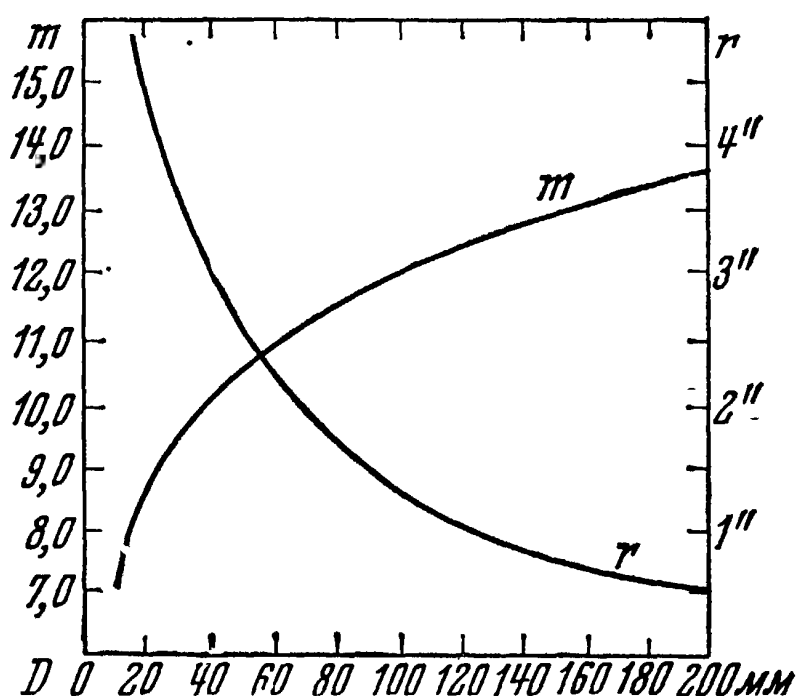


Рис. 182. Предельный угол разрешения r'' и пронизывающая сила m для объективов разных диаметров

*) Диаметр зрачка в этих условиях меняется с возрастом. от 7,5 мм для ребенка 10 лет до 4 мм у человека 80 лет (по исследованиям чешских ученых).

идеальному состоянию объектива (т. е. незапыленного, без царапин, хорошо отполированного и хорошо центрированного). Вообще же она будет несколько меньше.

Более точная формула (Боуэна) учитывает влияние увеличения n на предельную величину:

$$m = 5,5 + 2,5 \lg D + 2,5 \lg n, \quad (75)$$

где D — диаметр объектива в см, а $n = \frac{F}{f}$. При большем увеличении фон неба темнее и видны более слабые звезды.

Для испытания телескопа удобно определять предельную звездную величину по звездам Северного Полярного Ряда (табл. 52) либо любого другого фотометрического стандарта (табл. 53 и 54).

В силу волновой природы света из-за дифракции (отклонения света краем оправы объектива либо краями главного и вторичных зеркал в рефлекторах) изображение звезды представится не точкой, а ярким пятном, называемым *дифракционным диском*, окруженным темными и светлыми *дифракционными кольцами*; яркость светлых колец быстро убывает по мере удаления от центра изображения.

Видимый угловой диаметр дифракционного диска равен

$$d'' = 2,44 \frac{\lambda}{D} 206\,265,$$

где D — диаметр объектива в см, число 206 265 — число секунд в радиане. Таким образом, d зависит также от длины волны света (выражаемой в см). Линейный диаметр дифракционного диска равен

$$d_{mm} = d'' \cdot F \cdot \sin 1'' = 2,44\lambda \frac{F}{D} \cdot \frac{1}{206\,265} = 2,44\lambda \frac{F}{D} \cdot 0,00004848.$$

Для однодюймового объектива дифракционное изображение звезды имеет 4'',5 в диаметре, для 10-дюймового — 0'',45. Поэтому при наблюдении в слабый телескоп два точечных источника света могут слиться в одно изображение, в то время как в более сильный они будут видны отдельно. То минимальное угловое расстояние r между двумя звездами (или деталями поверхности планеты), при котором они могут быть видны в телескоп отдельно, не сливаясь, называется *предельным углом разрешения* (обратная величина, т. е. $1/r$, называется *разрешающей силой*) телескопа. Приняв для визуальных наблюдений $\lambda = 0,00055$ мм, его можно определить по формуле

$$r'' = \frac{120''}{D} *), \quad (76)$$

где D — диаметр объектива в мм. Эта формула (и кривая r на рис. 182) также справедлива лишь при идеальном состоянии объектива и при условии равенства двух источников. При увеличении разности блеска

*) Для невооруженного человеческого глаза разрешающая способность $\tau \approx 50 \div 60''$, т. е. около одной минуты дуги.

пределный угол увеличивается. Практически величину r'' можно оценить по наблюдениям тесных двойных звезд, пользуясь табл. 55.

Для оценки качества изображения при визуальных наблюдениях употребляют различные системы баллов. Иногда оценивают в 10-балльной шкале видимость дифракционных колец у ярких звезд. Полезно

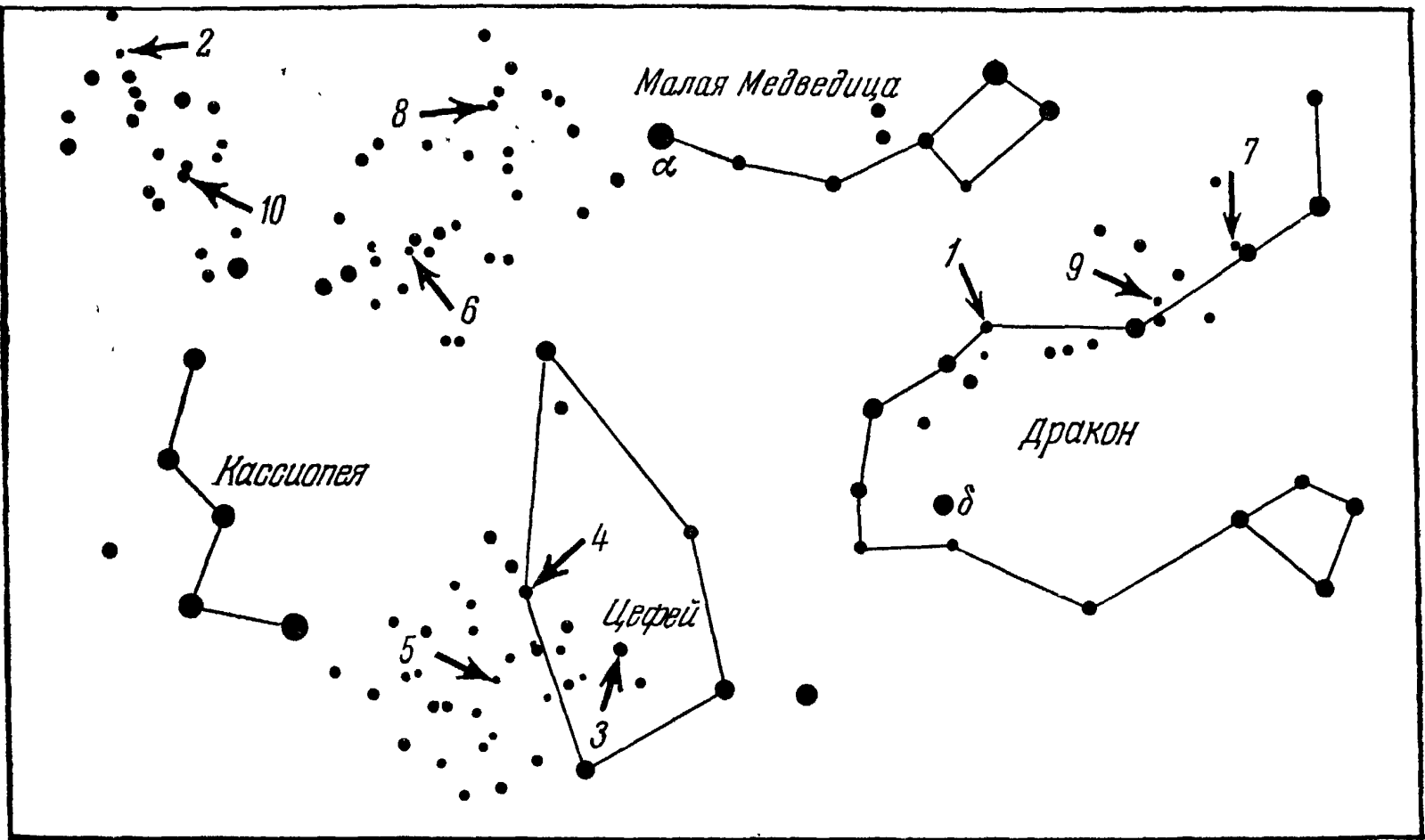


Рис. 183. Двойные звезды для оценки качества изображения (табл. XXV).

оценивать видимость угловой величиной деталей, находящихся на пределе разрешимости. Эту оценку можно получить из наблюдений двойных звезд с известными расстояниями. Диаметр звезды можно оценить в долях расстояния между компонентами, а качество изображения — в баллах, например, по табл. XXIV. Для оценки может

Таблица XXIV	
Диаметр изображения	Качество изображения
32"	0
20	1
12,6	2
7,9	3
5,0	4
3,2	5
2,0	6
1,3	7
0,8	8
0,5	9
0,3	10

Таблица XXV				
№ п/п	Звезда	m_{vis}	θ	a
1	ψ Dra	$4^{m_0}-5^{m_2}$	15°	$30''6$
2	Σ 485	$6,1-6,2$	304	$18,3$
3	ξ Cep	$4,7-6,5$	279	$7,3$
4	Σ 2948	$7,0-8,7$	5	$2,8$
5	Σ 2950	$6,0-7,2$	302	$2,3$
6	Σ 185	$7,0-8,5$	20	$1,3$
7	Σ 2054	$5,7-6,9$	355	$1,2$
8	Σ 460	$5,2-6,1$	65	$0,9$
9	20 Dra	$6,5-7,1$	78	$0,6$
10	O Σ 52	$6,4-7,0$	94	$0,5$

служит последовательность двойных звезд, приведенная на рис. 183 и в табл. XV.

При изучении местного астроклимата для характеристики пригодности того или иного места для организации в нем систематических астрономических наблюдений (например. при выборе места для обсерватории) производят соответствующие наблюдения систематически, например, три раза в день и 2—3 раза в ночь. Сюда входят: измерение ширины и определение интенсивности около-солнечного ореола днем и ореола около Луны ночью, оценка цвета (синевы) дневного неба и дальности видимости вдоль горизонта (наличие и интенсивность дымки) днем, прозрачность атмосферы и оценка качества изображений звезд ночью. Все перечисленные явления характеризуют состояние атмосферы — наличие в ней пыли и водяных паров. Величина ореола оценивается в градусах (диаметр самого

Солнца около $1/2^\circ$). Интенсивность и цвет околосолнечного ореола можно оценивать в 5-балльной шкале, где балл 0 отмечает отсутствие ореола, балл 5 — очень яркий золотистый ореол, баллы 1—4 отмечают промежуточные состояния. Синева неба оценивается на расстоянии 90° от Солнца на той же высоте. Балл 0 отмечает совершенно белое небо, балл 5 — темно-голубое.

В ночное время прозрачность безоблачного неба характеризуется видимостью предельно слабых звезд. Спокойствие атмосферы определяется качеством изображения: днем — солнечных пятен, ночью — изображений звезд (мерцание и дифракционная картина). Существенно, конечно, число ясных дней и ясных ночей в году.

Поле зрения, т. е. угловые размеры видимого в телескоп участка неба, для каждого из употребляемых окуляров определяют наведя телескоп на какую-нибудь звезду, расположенную возможно ближе к небесному экватору. Надо при неподвижной трубе определить по часам, за какое время звезда пересечет по диаметру поле зрения. Для перехода к угловой мере может служить табл. 89 (стр. 586). Если приходится выбирать звезду со склонением δ , то полученное число надо умножить на $\cos \delta$. Чем больше увеличение, которое дает окуляр, тем меньше его поле зрения.

Можно использовать рис. 184, который дает угловые расстояния между звездами созвездия Ориона для зимних наблюдений и Орла — для летних.

При фотографировании небесных объектов в фокусе астрономической трубы или со специальной фотокамерой, кроме

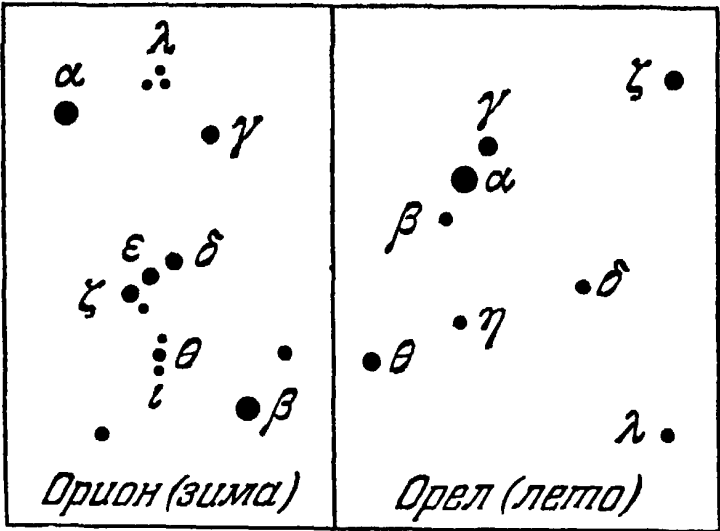


Рис. 184 Расстояние между звездами созвездий Орион и Орел (для оценки поля зрения астрономических труб):

Орион			Орел		
α	— ζ	$10^\circ,0$	α	— λ	$18^\circ,0$
δ	— β	$8,3$	α	— ζ	$12,6$
α	— γ	$7,8$	θ	— δ	$12,2$
α	— λ	$5,7$	η	— δ	$7,1$
ζ	— ι	$4,7$	θ	— η	$5,2$
ζ	— θ	$3,8$	β	— γ	$4,8$
δ	— ζ	$2,8$	α	— γ	$2,2$

поля зрения *), полезно знать заранее следующие характеристики:

1. *Масштаб снимка* для определения линейных размеров изображений на фотопластинке. Если α — угловые размеры объекта (в минутах дуги), F — фокусное расстояние объектива, то линейные размеры объекта будут равны

$$d_{мм} = \alpha F_{мм} \sin 1', \tag{77}$$

где

$$\sin 1' = \frac{1}{3437,75} = 0,000291.$$

П р и м е р. Угловой диаметр Луны равен 31'. Линейный диаметр Луны на фотографии будет

$$d_{мм} = F_{мм} \cdot 0,009 = F_{мм} \cdot \frac{1}{111},$$

т. е. около сотой доли фокусного расстояния.

2. *Предельная выдержка.* При больших выдержках фон неба начнет вуалировать пластинку и скрадывать видимость слабых звезд и тонких деталей протяженных объектов. Для пластинок достаточно высокой чувствительности (около 90 ед. по ГОСТ) **) предельная выдержка равна

$$\lg T_{пр} = (0,6 + 2,351 \lg V) \text{ минут}, \tag{78}$$

где $V = F/D$ называется *относительным фокусным расстоянием* (величина, обратная относительному отверстию).

*) Например, камера типа ФЭД с фокусным расстоянием 50 мм на кадре 24×36 мм дает изображение области неба приблизительно 30°×40°, т. е. более 1000 кв. градусов.

**) Соотношение светочувствительности фотоматериалов, выраженной в единицах ГОСТ (СССР), ASA (стандарт США) и DIN (стандарт ГДР и ФРГ)

ГОСТ	8	11	16	22	(25)	32	(40)	45	(50)	65	(80)	90
ASA	12	18	25	38	40	50	64	75	80	100	125	150
DIN	12	13,5	15	16,5	17	18	19	19,5	20	21	22	22,5

ГОСТ	(100)	130	(160)	180	(200)	250	(320)	350	500	700	1000
ASA	160	200	250	300	320	400	500	500	800	1200	1600
DIN	23	24	25	25,5	26	27	28	28,5	30	31	33

Таблица справедлива при *гамма* (γ) негатива (гамма негатива, или коэффициент контрастности, — тангенс угла наклона прямолинейного участка характеристической кривой, дающей зависимость плотности фотографического изображения от логарифма освещенности или от логарифма времени экспозиции), равной 0,6. При других значениях γ шкалы чувствительности отличаются от табличных.

Для удобства сравнения в скобках приводятся значения, отсутствующие в ГОСТе.

3. Проницающая сила при предельной выдержке $T_{\text{пр}}$, т. е. звездная величина самых слабых звезд на пластинке

$$m_{\text{пр}} = -1 + 5 \lg D + 2,15 \lg T_{\text{пр}}, \quad (79)$$

где D — диаметр в мм. Фотопластинки другой чувствительности, естественно, дадут иные значения $T_{\text{пр}}$ и $m_{\text{пр}}$.

Бинокль. Различают бинокли обыкновенные (так называемые театральные) и призмённые (полевые или военные). По оптической схеме театральный бинокль является двойной галилеевой трубой. Призмённые бинокли построены по схеме кеплеровой трубы. Для уменьшения размеров прибора и для получения прямого изображения в

призмённом бинокле между объективами и окулярами помещены призмы полного внутреннего отражения (рис. 185).

Призмённые бинокли обычно имеют бóльшие объективы, чем театральные, дают большие увеличения и отличаются хорошими оптическими качествами. Лучшим инструментом этого типа явился бы призмённый бинокль с диаметром объектива в 50 мм и 7- или 10-кратным увеличением. Более распространены бинокли, дающие 6—8-кратное увеличение при объективе диаметром в 30 мм. Некоторые бинокли имеют «просвет-

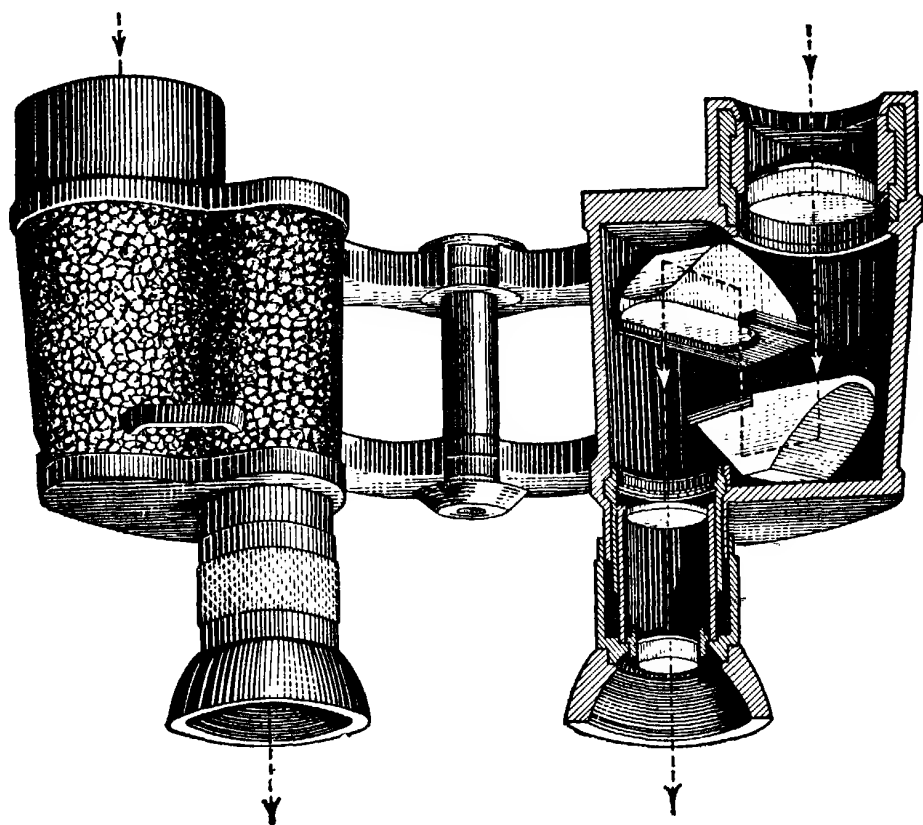


Рис. 185. Призмённый бинокль.

ленную», или «голубую» оптику, которая уменьшает потери света на отражение от поверхности линз. Проницающая сила бинокля «Б8×30» с просветленной оптикой равна $10^{m,5}$, поле зрения $8^\circ 30'$, разрешающая способность $7'',5$.

В призмённых биноклях обе его половины соединены шарниром, который позволяет установить их оптические оси сообразно расстоянию между глазами наблюдателя. Каждая половина имеет свою фокусировку, которую нужно один раз тщательно определить и запомнить и затем всегда устанавливать окуляры по отсчетам шкалы. Бинокли со средним (общим) фокусировочным винтом имеют отдельную фокусировку только для одного окуляра, поэтому, отфокусировав средним винтом другой окуляр бинокля (закрыв при этом один глаз), надо первый окуляр подогнать по фокусировке ко второму. После этого средний винт будет одновременно устанавливать на фокус обе половинки бинокля.

Оптику бинокля надо оберегать от пыли и грязи. После наблюдений следует убирать бинокль в футляр. Чтобы бинокль не дрожал во время наблюдений, надо монтировать его на азимутальном или

даже на параллактическом штативе (об этом см. ниже). С помощью бинокля особенно успешными могут быть наблюдения переменных звезд и метеоров.

Любительский рефрактор. Несколько слов о монтажке любительского телескопа. *Монтировкой* телескопа называется такая его установка, при которой он может вращаться вокруг двух взаимно перпендикулярных осей и наводиться в любую точку небесного свода.

Простейшим типом монтажки является *азимутальная* (рис. 186). Вращение инструмента вокруг вертикальной оси изменяет его азимут, а вращение вокруг горизонтальной оси изменяет зенитное расстояние. Переносные инструменты с монтажкой этого типа (теодолиты, универсальные инструменты) широко используются геодезистами и топографами. Большой стационарный инструмент этого типа называется *альтазимут*.

Для астрономических наблюдений удобнее *экваториальная* (или *параллактическая*) монтажка. В этом случае одна из осей инструмента параллельна оси мира (полярная ось), а другая — плоскости небесного экватора (ось склонения). Установив инструмент по склонению и закрепив его в этом положении, наблюдатель может следить за светилом, поворачивая инструмент лишь вокруг одной (полярной) оси. В больших инструментах этот поворот осуществляется часовым механизмом, который автоматически увлекает трубу соответственно суточному вращению небесного свода (рис. 187).

Школьный телескоп-рефрактор на параллактическом штативе (рис. 188) имеет ахроматический объектив диаметром 80 мм с фокусным расстоянием 800 мм. Окуляры 10, 20 и 29 мм дают увеличения соответственно 80, 40 и 28,5 раза и поля зрения 30', 1°07' и 1°35'. Телескоп имеет окулярную призму и солнечный экран, но не имеет *искателя*, который надо сделать из небольшой зрительной трубки или *монокуляра* *). С этим телескопом можно наблюдать звезды до 11^м.

Небольшую азимутальную монтажку можно превратить в экваториальную, укрепив вертикальную ось инструмента параллельно оси мира (т. е. под углом к горизонту, равным широте места наблюдения φ) подложив под него, например, клинообразный кусок дерева с углом клина, равным $90^\circ - \varphi$.

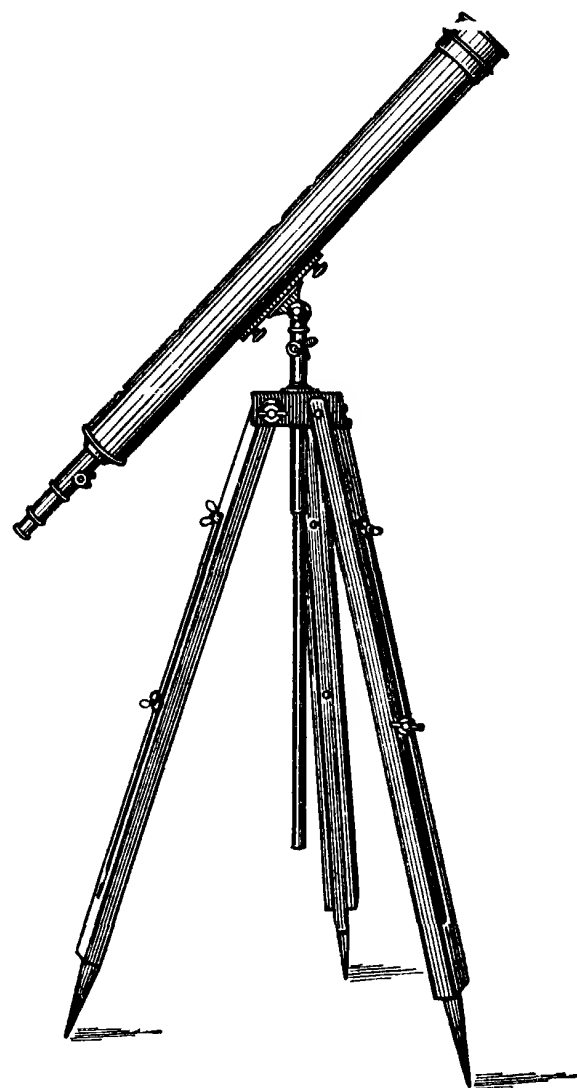


Рис. 186. Азимутальная установка.

*) Так называется половинка призмного бинокля, оформленная как отдельный прибор — своего рода зрительная труба.

Для проведения астрофотографических работ (фотографирования звездного неба или планет) совершенно необходима параллактическая монтировка с часовым механизмом.

Экваториальные монтировки бывают различных типов в зависимости от способа крепления полярной оси. Самой распространенной является так называемая немецкая (см. рис. 187), в которой инструмент крепится на массивной колонне. В английской монтировке полярная ось крепится своими концами в особых подшипниках, укрепленных в каменных столбах.

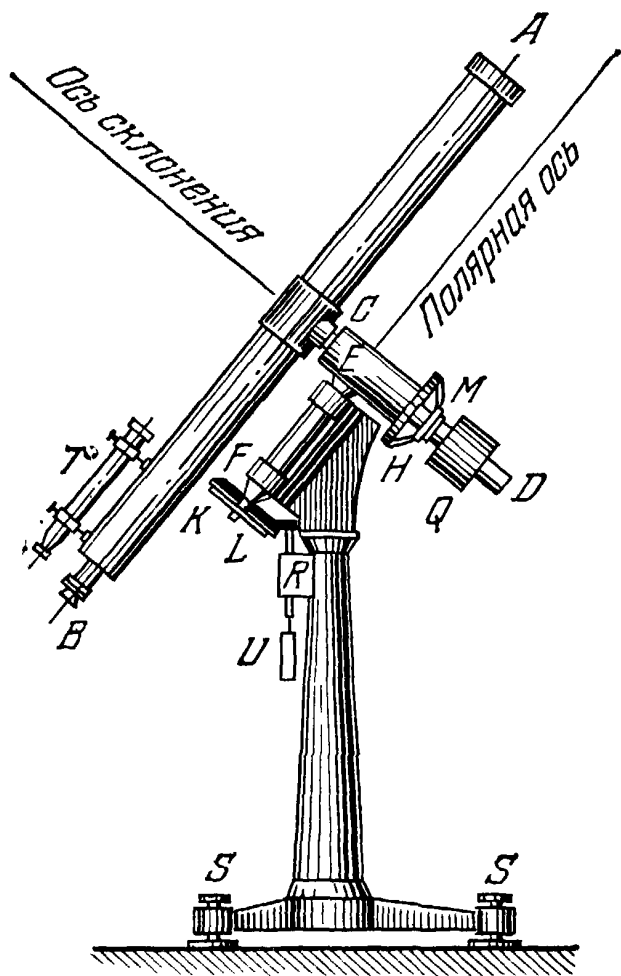


Рис. 187 Экваториал: А — объектив, В — окуляр, CD — ось склонения, FE — полярная ось, R — часовой механизм с гирей U, KL — часовой круг, MN — круг склонений, T — искатель, S — винты для точной установки экваториала, Q — противовес.

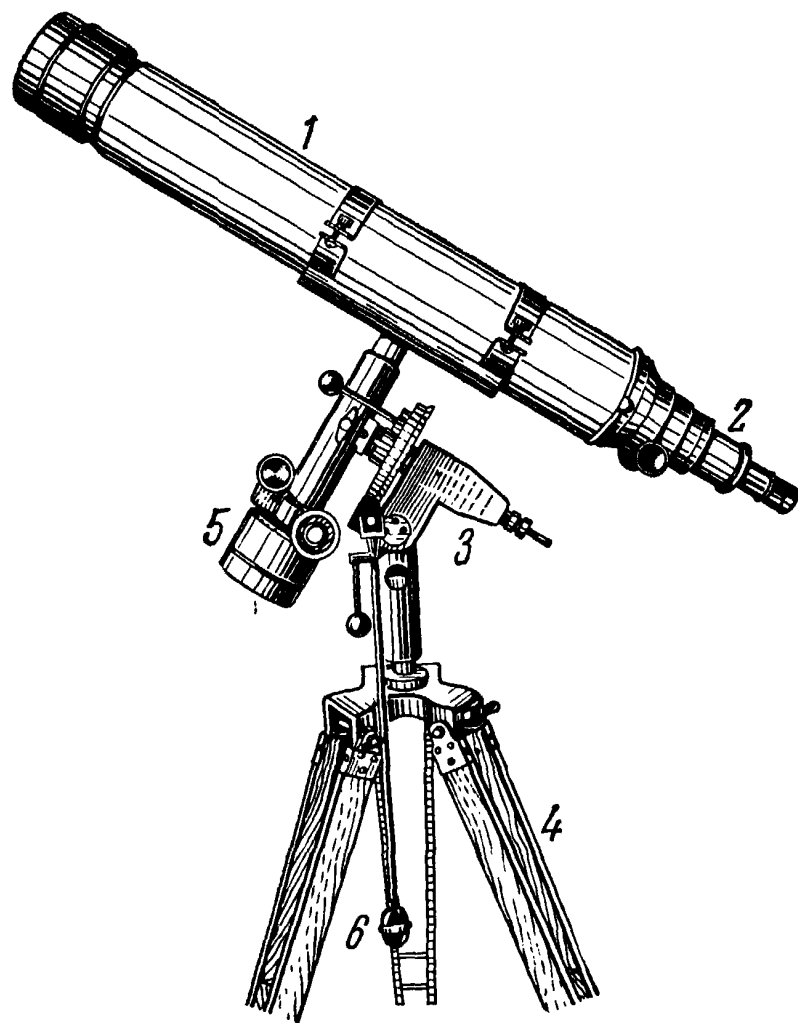


Рис. 188. Школьный телескоп-рефрактор. 1 — труба, 2 — окулярная часть с механизмом фокусировки, 3 — экваториальная «головка», 4 — штатив, 5 — противовес, 6 — ключ движения по прямому восхождению.

Необходимо у р а в н о в е с и т ь трубу, чтобы центр тяжести всего инструмента находился всегда в одной и той же точке пространства, а именно, на пересечении осей. Уравновешивают трубу с помощью передвижных противовесов, добиваясь того, чтобы при любом положении инструмента оставался неподвижным, не «заваливался». Уравновешивать его надо в рабочем состоянии, например, без крышек, которыми обычно закрывают объективы, и т. п. Если не хватает передвижных противовесов, надо укрепить дополнительные грузы.

Вращение телескопов должно осуществляться плавно, без рывков. Оси инструмента нуждаются в периодической смазке машинным (коптящим) маслом.

Скрепление трубы с той или другой осью осуществляется *ключами закрепления* (один по склонению, другой по часовому углу). Ключи

стягивают хомутики, которые крепко охватывают ось. Для небольших изменений положения трубы по обеим координатам служат *микрометрические ключи*. Они могут передвигать закрепленную трубу в сравнительно небольших пределах; во время работы с инструментом надо следить, чтобы не доводить эти ключи до упора. Время от времени надо устанавливать их в среднее положение.

Необходимо иметь искатель — маленький телескоп с большим полем зрения — для грубой наводки трубы, так как чем больше увеличение телескопа, тем меньше его поле зрения и тем труднее в него отыскать слабый небесный объект. Оптические оси искателя и основного телескопа должны быть строго параллельны. Обычно искатель крепится на двух подставках, имеющих по три винта для центровки. Действуя этими винтами, надо добиться, чтобы объект был в поле зрения искателя. При отсутствии часового механизма это удобнее делать вдвоем: один наблюдатель удерживает объект в поле зрения трубы, а второй центрирует искатель.

Уход за трубой складывается из содержания в чистоте всех оптических поверхностей и наблюдения за исправностью механических частей. В е с ь м а о п а с н ы м и для оптических поверхностей объектива являются п ы л и н к и. Можно поцарапать ими поверхность, если пытаться стирать пыль тряпкой. Пыль надо удалять мягкой кисточкой и лишь потом осторожно протереть объектив мягкой, многократно стиранной полотняной тряпочкой. Жирные пятна (следы пальцев) надо смывать с помощью комков ваты *), намотанных на деревянную палочку или придерживаемых пинцетом и слегка смоченных чистым спиртом. При этом надо стараться не стереть лак, которым часто покрывают оправы объективов и окуляров. Для защиты объектива от росы употребляются так называемые *противоросники* — короткие полые цилиндры, укрепляемые на объективном конце трубы.

При чистке окуляров надо осторожно разобрать оправу и протереть все оптические поверхности ваткой, нагнутой на спичку и слегка смоченной в чистом спирте, после чего тщательно собрать оправу. Особенно аккуратно надо обращаться с окулярами, имеющими крест нитей. Такой крест можно самому изготовить из тонкого волоса либо из паутинных нитей, которые надо укрепить на окулярной диафрагме каким-нибудь спиртовым лаком, например, лаком для ногтей. Для этого надо паутинку или волос (длиной 5—10 см) зажать концами в надрезанные и потом сплюснутые свинцовые дробинки. Затем, держа щипцами или пинцетом за одну дробинку, опустить паутинку в горячую воду на 2—3 минуты, чтобы растворилась обволакивающая ее клейкая масса. После этого наложить паутинку на диафрагму так, чтобы концы с дробинками свободно свисали, натягивая паутинку. Другую паутинку подвесить перпендикулярно к первой. В нужных местах капнуть по капле лака и дать ему сохнуть несколько часов, после чего осторожно срезать концы с дробинками. Чем сильнее

*) Вату надо брать гигроскопическую, обезжиренную.

окуляр, тем тоньше должны быть паутинные нити. Для очень слабого окуляра нити можно сделать из тонких проволочек.

Если в окулярной части трубы имеются нити, то перед наблюдениями надо сначала отфокусировать окуляр на нити, а затем всю окулярную часть трубы фокусировать по звездам *). Не надо напрягать зрение, стремясь получше разглядеть объект, так

как при этом наблюдатель невольно меняет аккомодацию глаза. Глядя без всякого напряжения, надо вращением окулярной кремальеры добиться наилучшей видимости. Тогда в дальнейшем глаз не будет напрягаться. Надо научиться, глядя одним глазом в трубу, не закрывать другой. Смотреть надо глазом-«водителем». Так называется главный, ведущий глаз; впечатления от него преобладают в зрительном центре мозга над впечатлениями, получаемыми другим глазом. Определить глаз-«водитель» можно следующим простым опытом. Глядя обоими глазами, заслоните от себя свет свечи или лампочки карандашом, держа его вертикально. Тот глаз, на который при этом упадет тень от карандаша,— «водитель». Этот опыт можно повторить любое число раз,— тень всегда будет падать на глаз-«водитель».

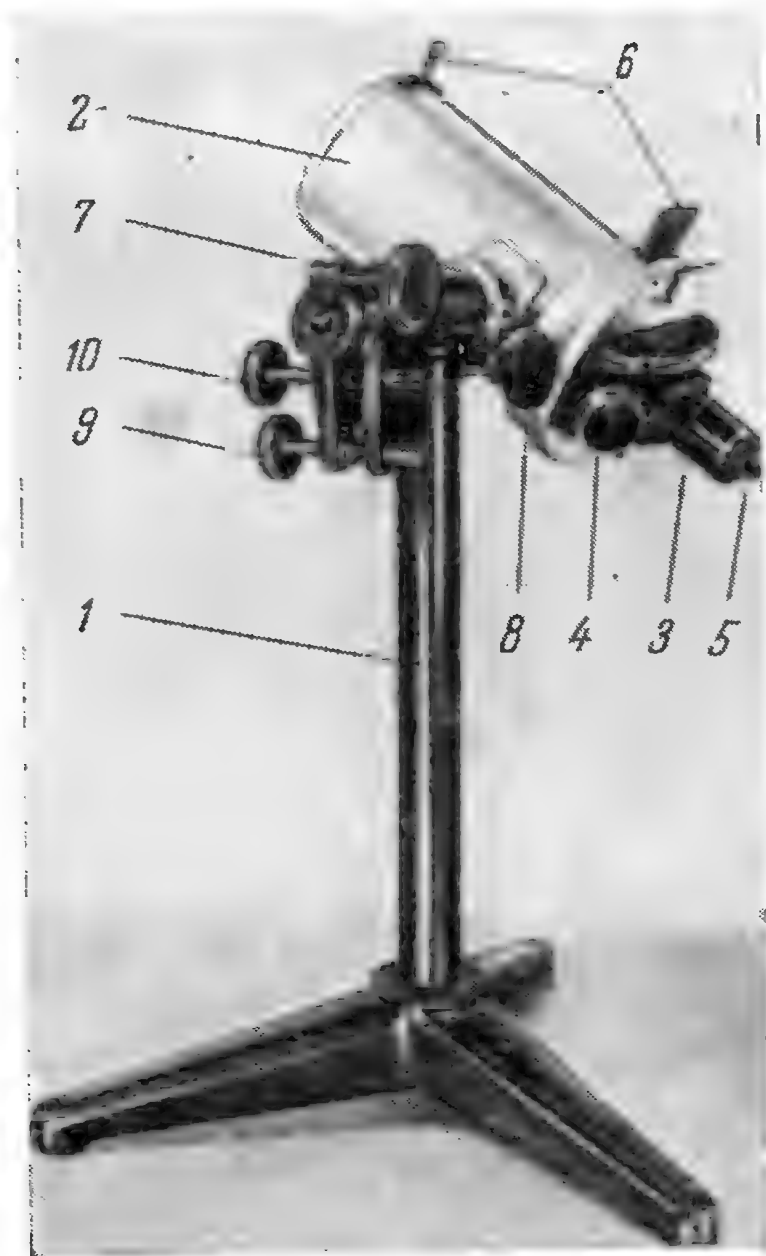


Рис. 189. Менисковый школьный телескоп Максутова (модель ТМШ). 1 — штатив, 2 — труба телескопа, 3 — окуляр с увеличением $25\times$, 4 — окуляр с увеличением $70\times$, 5 — зенитная призма, 6 — визиры для наведения на избранный объект, 7 — 10 — винты зажима и винты тонкой наводки прибора на объект.

Менисковые телескопы.

В менисковых телескопах школьного типа (ТМШ) системы Д. Д. Максутова (рис. 189) перед зеркалом сферической формы находится особая вогнуто-выпуклая стеклянная линза-мениск (рис. 190), обе поверх-

ности которой также имеют сферическую форму. Изготовление точных оптических поверхностей сферической формы несравненно проще, чем изготовление параболических поверхностей (как в обычном рефлекторе). Оптические качества этих инструментов очень высоки, они отличаются особой чистотой и четкостью изображений рассматриваемых деталей.

*) Диафрагма, несущая нити, может быть укреплена либо на окулярном конце трубы, либо на самом окуляре, составляя с ним одно целое. В последнем случае, перемещая диафрагму в самом окуляре, надо добиться ясной видимости нитей.

Телескоп ТМШ имеет отверстие 70 мм, montирован на азимутальной установке с микрометрическими движениями и имеет два окуляра, дающие увеличения 25 и 70 раз. Длина телескопа всего 220 мм. При диаметре мениска 70 мм телескоп собирает раз в сто больше света, чем глаз в ночных условиях, и, таким образом, дает возможность видеть звезды до 11^м. Предельные углы разрешения 6",5—2",2, поле зрения 45', т. е. примерно в полтора раза больше углового диаметра Луны, и 16', или половина диаметра Луны.

Для работы с менисковым телескопом очень удобно врыть в землю на открытой площадке столб или установить небольшой, но устойчивый круглый

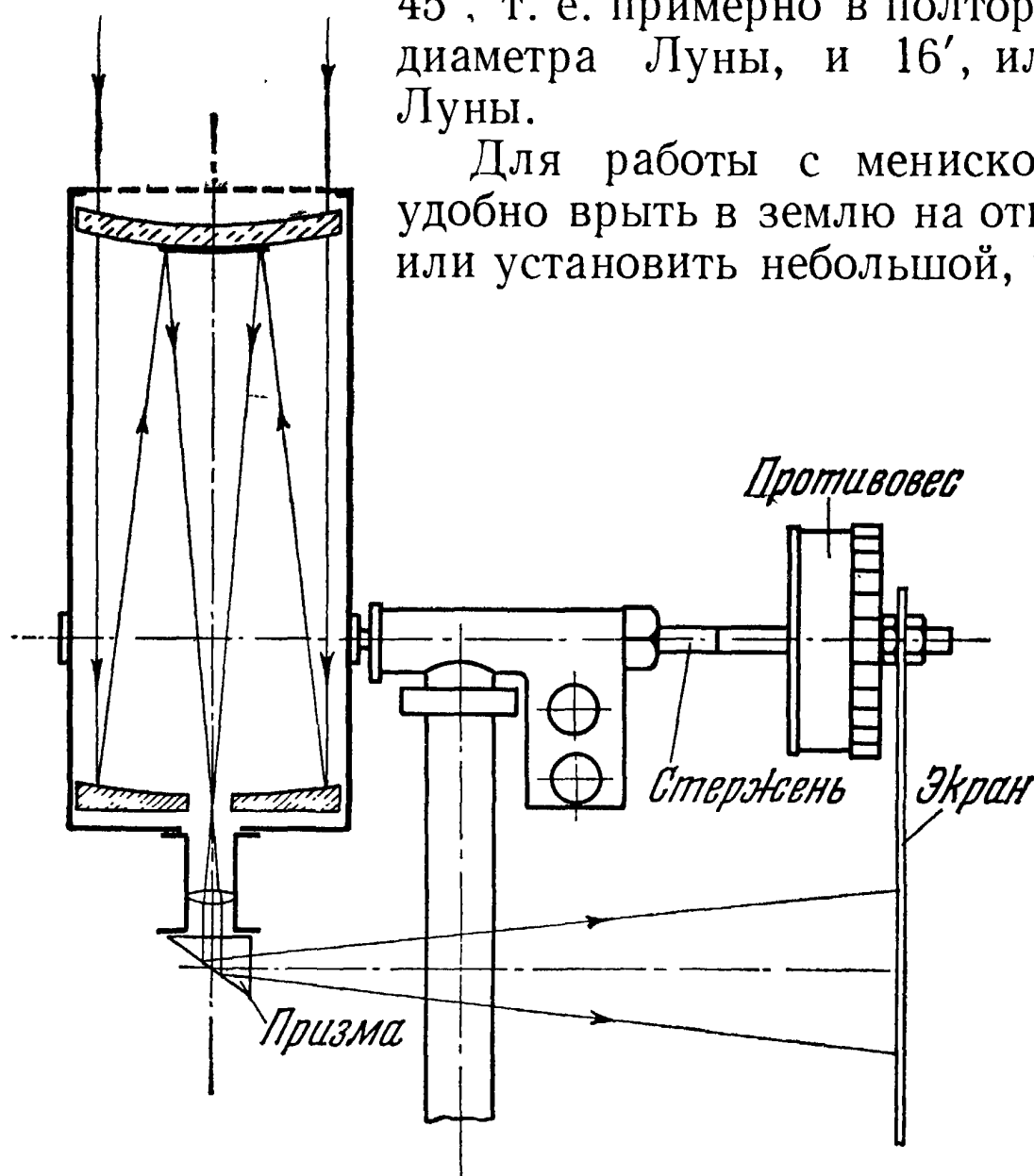


Рис. 190. Схема менискового телескопа с противовесом и солнечным экраном.

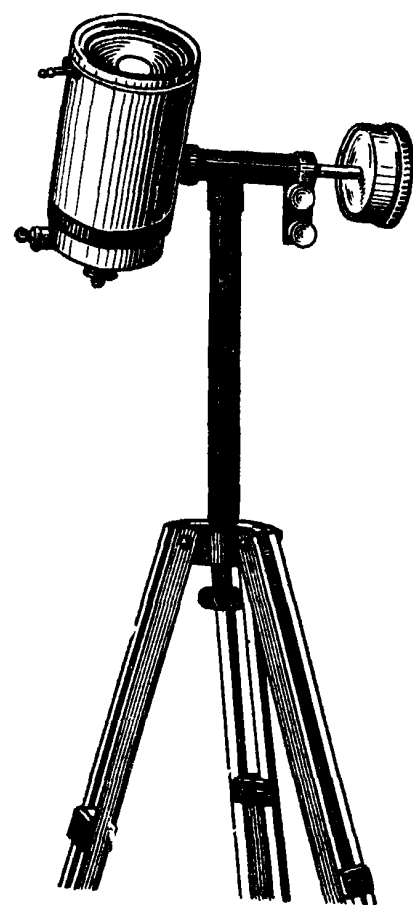


Рис. 191. Школьный менисковый телескоп системы Д. Д. Максудова, укрепленный на фотографическом штативе и снабженный противовесом.

столик, высотой около 1,5 м, либо геодезический штатив с винтом для укрепления подставки телескопа (рис. 191).

Ввиду малого поля зрения телескопа очень выгодно присоединить к нему небольшой искатель с увеличением в 3—4 раза, либо бинокль либо, наконец, монокуляр с крестом нитей или иглой в поле зрения. Вместо искателя можно с успехом использовать телескопические прицелы для ружей и винтовок, которые продаются в охотничьих магазинах. Но так как в этот прицел надо смотреть с расстояния в 10—15 см, то лучше приделать к нему картонную трубочку, которая оканчивалась бы диафрагмой (7—8 мм диаметром) у самого глаза наблюдателя.

Для наблюдений Солнца М. Е. Набоков *) предложил изготовить две дополнительные части — противовес (рис. 190 и 191) и солнечный

*) «Физика в школе», 1948, № 3.

экран (рис. 190). С горизонтальной осью надо жестко скрепить металлический стержень, на который насадить противовес, изготовленный хотя бы из небольшой консервной банки, наполненной кусками железа, чугуна и т. д. За ним с помощью гайки (см. рис. 190) надо укрепить небольшой фанерный экран. Середина его должна находиться против окулярной призмы по другую сторону от подставки. Так как экран будет жестко связан с трубой, то изображение Солнца будет отбрасываться призмой всегда в одно и то же место экрана. Во избежание перегрева окуляра надо несколько диафрагмировать мениск и почаще делать перерывы в наблюдениях.

В настоящее время любители могут использовать также инструменты, перечисленные в таблице XXVI.

Т а б л и ц а X X V I
Отечественные малые телескопы

Тип	<i>D</i> , в мм	<i>F</i> , в мм	Увеличение
ЗРТ-452	80		40
ЗРТ-454 (мениск.)	130	1000	25, 50, 80
ЗРТ-457	~50	~400	30, 60
АЗТ-9 (мениск.)	140	1985	50, 100, 140, 200
АВР-3	130	1950	от 26 до 280

Ожидается выпуск рефлекторов Ньютона (АСТ-454), *D*=100 мм, *F*=706 мм, увеличение от 35 до 140 раз.

2. Изготовление оптики для самодельного астрономического телескопа *)

Введение. Астроном-любитель часто испытывает затруднение с приобретением телескопа для самостоятельных наблюдений, поэтому ему нередко самому приходится изготавливать как оптику, так и монтировку для самодельного телескопа. Легче всего для любителя построить рефлектор по схеме Ньютона (см. рис. 180). В телескопе Ньютона главным зеркалом служит параболоид вращения, ось которого совпадает с осью трубы телескопа; лучи от звезды, отразившись от главного зеркала, отклоняются затем в сторону под углом 90° вспомогательным плоским зеркальцем (вторичное зеркало) и сходятся в фокусе *F'*, образуя изображение звезды, которое рассматривается в окуляр. Поверхности всех зеркал должны быть изготовлены с точностью порядка 0,07 мк (¹/₈ длины волны света). Однако для телескопов с малым значением относительного отверстия

$$A = \frac{D \text{ (диаметр объектива)}}{f \text{ (фокусное расстояние объектива)}}$$

*) Автор Г. М. Попов (Крымское отделение ВАГО).

главное параболическое зеркало можно без ущерба для качества изображения заменить сферическим зеркалом, изготовить которое несравненно проще. Например, при $A=1:8$ можно изготовить телескоп системы Ньютона со сферическим зеркалом диаметром до 15 см, при $A=1:10$ предельный диаметр можно увеличить до 25 см.

Выбор материала для изготовления главного зеркала. Заготовкой для главного зеркала может служить толстое зеркальное стекло (для зеркала диаметром 100 мм можно взять отношение диаметра к толщине порядка 8, для 250 мм — порядка 5). Судовые иллюминаторные стекла являются идеальным материалом для зеркала, но если зеркальное стекло не имеет формы круглого диска, его следует обломать плоскогубцами (клещами) и обточить по краю с помощью хомутика, сделанного из тонкого мегалла, непрерывно подмазывая наждачной кашицей (для этого используется грубый наждак или карборунд № 40 или № 60); при этой обточке (круглении) диск наклеивается смолой на вращающийся шпиндель (скорость вращения не выше 1000 об/мин), а хомутик удерживается в руке (рис. 192) *). После кругления следует сточить фаску с обеих сторон диска под углом 45° ; ширина фаски около 2—3 мм. Фаска делается вручную с помощью влажного наждачного бруска **). Если любителю не удалось достать достаточно толстое зеркальное стекло (толщиной не менее 15 мм), то можно использовать как заготовку плоско-выпуклую (или плоско-вогнутую) линзу, например, конденсорную (конденсорные линзы диаметром до 154 мм продаются в магазинах культтоваров).

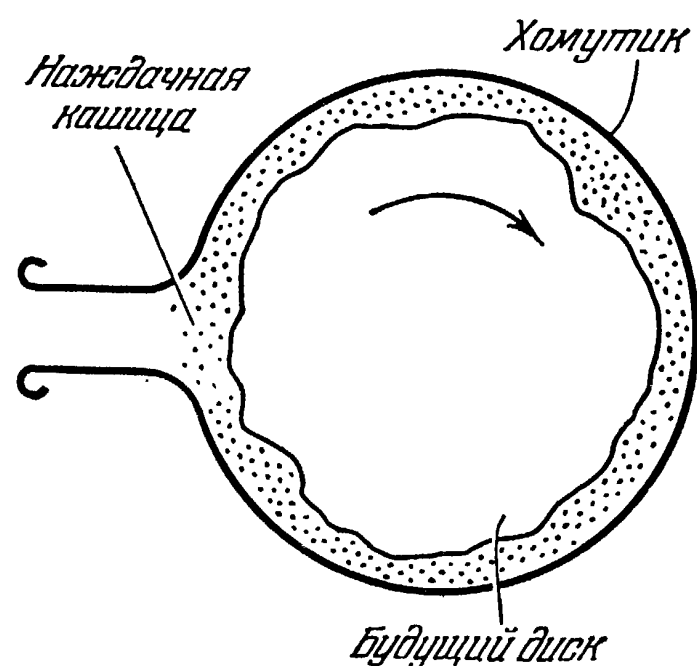


Рис. 192. Обтачивание края стекла.

Грубая шлифовка. Имея два стеклянных диска, можно приступить к грубой шлифовке, цель которой придать поверхности будущего зеркала приблизительно сферическую форму нужного радиуса. Для конкретности рассмотрим изготовление сферического зеркала диаметром 15 см с фокусным расстоянием $f_0=120$ см ($A=1:8$); радиус кривизны такого зеркала будет равен $R=2f_0=240$ см. Обработка зеркала может производиться вручную, либо на простейшем станке, изготовление которого вполне по силам коллективу любителей ***). Мы рассмотрим обе возможности. При шлифовке вручную один диск (шлифовальник) закрепляется неподвижно на прочном основании (например, бочке, заполненной для устойчивости песком и т. п.).

*) В сб. № 1 «Любительское телескопостроение» А. А. Михеев описывает простой способ вырезки вручную круглых дисков из кусков толстого стекла (П. К.).

**) Опасайтесь заколов! Может быть, лучше делать фаску металлической пластинкой и кашицей из абразива № 100 с водой (П. К.).

***) Описание такого станка см. в ЗиВ, 1965, № 5, 79—81 либо Бюлл. ВАГО № 29 (36), 1961 г. (П. К.).

В качестве шлифовальника можно применить стеклянный диск такого же диаметра, что и зеркало, но толщина его может быть меньше, чем толщина зеркала в 1,5—2 раза; керамический диск также может быть применен в качестве шлифовальника; можно использовать и металлический диск с наклеенными на него квадратиками стекла, керамики или плексигласа.

Процесс шлифовки очень прост: наложив на шлифовальник чайную ложку влажного наждака (карборунда) с размером зерен 0,5—0,2 мм, распределяем его равномерно по поверхности шлифовальника и помещаем сверху заготовку будущего зеркала; сильно нажимая на зеркало сверху, двигаем его радиально в обе стороны от центра на $1/3$ радиуса зеркала, обходя в то же время вокруг шлифовальника (бочки). Зеркало должно медленно поворачиваться относительно шлифовальника с тем, чтобы срабатывание стекла (и на шлифовальнике и на зеркале) происходило равномерно по всем радиусам. При этом верхний диск будет приобретать вогнутую (грубо говоря сферическую) форму, шлифовальник же станет выпуклым. Как только порция наждака сработается (что можно определить по звуку), снимаем зеркало, смываем сработанный наждак и помещаем на шлифовальник свежую порцию влажного наждака. Нужно непрерывно контролировать полученное углубление (по крайней мере каждый час), смачивая его водой и глицерином (сахаром) и определяя расстояние от изображения Солнца до зеркала (фокусное расстояние), либо, поместив на двойном фокусном расстоянии лампочку, получить рядом на экране ее изображение. Грубую шлифовку продолжаем до тех пор, пока не достигнем требуемого f_0 (в нашем случае 120 см). Следующая задача — сгладить поверхность более мелкими наждаками (минутниками).

Тонкая шлифовка. Если наждак для грубой шлифовки лишь в крайнем случае можно приготовить из точильных камней путем дробления, либо извлечь из наждачной бумаги, то наждаки для тонкой шлифовки, как правило, приходится готовить самостоятельно, путем отмучивания наждака, растертого ранее при грубой шлифовке. Отмучивание производится путем взбалтывания растертого наждака в высоком (30—40 см) сосуде с последующим сцеживанием воды со взвешенными в ней частицами наждака; сцеживание начинаем спустя 5 минут после взбалтывания. В сцеженной воде содержатся все нужные нам фракции мелких наждаков, которые необходимо затем разделить. Для этого через 15 минут спокойного стояния сцеженной мутной воды следует повторить сцеживание (лучше всего сцеживать с помощью мягкой трубки — сифона); оставшийся на дне сосуда наждак будет самой крупной, пятиминутной фракцией (так называемый «пятиминутник»). Через 60 минут стояния еще раз повторим сцеживание, — остаток даст нам 15-минутную фракцию. Наконец, получим самую мелкую, 60-минутную фракцию, дав осесть всему, что остается в мутной воде. Эту операцию отмучивания следует повторить с растертым наждаком несколько раз для более полного извлечения «минутников». Чтобы избежать засорения мелких наждаков крупными, на всех этапах работы необходимо тщательно соблюдать чистоту.

Процесс тонкой шлифовки совершенно подобен грубой шлифовке, с той лишь разницей, что количество «минутника», используемого для подмазки шлифовальника (подмазка производится акварельной кистью) резко уменьшается; наждака должно быть столько, чтобы после наложения зеркала на шлифовальник на краю зеркала выдавился лишь незначительный избыток наждака. (Этот избыток следует удалить, иначе край зеркала будет сошлифовываться сильнее, что приведет к несферичности поверхности зеркала (так называемый «завал края»). Характер движения при тонкой шлифовке совершенно такой же, как и при грубой шлифовке. Тонкую шлифовку начинаем 5-минутным наждаком и продолжаем 15-минутным с тем, чтобы закончить ее 60-минутным; шлифовка каждым номером наждака ведется до тех пор, пока не исчезнут крупные ямки от предыдущего грубого наждака (эти ямки отчетливо видны на просвет или в 4—6-кратную лупу). Заметим, что шлифовка минутниками не должна вестись с большим количеством воды, в противном случае неизбежны царапины и «присасывание» зеркала к шлифовальнику. Необходимо тщательно мыть шлифовальник и изделие при переходе от крупного наждака к более мелкому. После окончания шлифовки 60-минутным наждаком поверхность зеркала выглядит словно облитая молоком и при косом освещении блестит равномерно; точек и царапин не должно быть заметно. В процессе тонкой шлифовки следует систематически проверять значение f_0 описанным выше способом; если его значение уменьшится по сравнению с заданным, следует на некоторое время поменять местами зеркало и шлифовальник.

Полировка. Полировка придает зеркалу точную форму (в нашем случае сферическую) и дает вместо матовой блестящую поверхность. Полировка производится на смоле, твердость которой должна быть специально подобрана, а полирующим веществом служит красная окись железа Fe_2O_3 (получаемая обжигом лимонно-кислого железа), окись церия CeO_2 , либо полирит — смесь редкоземельных окислов. Полировальную смолу готовят, сплавляя гудрон с канифолью (не перегревать!) в такой пропорции, чтобы при температуре, при которой будет производиться полировка зеркала, нажатие ногтя оставляло едва заметный след (окончательный выбор состава смолы производится в самом процессе полировки). Измельчив полученную смолу, покрываем слоем 3—4 мм толщиной металлический диск (но можно использовать и бывший шлифовальник) и подогреваем его до размягчения смолы; затем, наложив на него влажное зеркало, в течение нескольких минутдвигаем зеркало как и при шлифовке (но подмазывая лишь водой); этот процесс формовки повторяем до тех пор, пока смола не будет всюду прилегать к стеклу.

После остывания полировальника до комнатной температуры можно приступить к полировке, однако лучшие результаты получаются, если вырезать ножом на поверхности полировальника прямоугольную сеть канавок, разбив его поверхность на квадратики размером 30×30 мм; центр полировальника должен совпадать с углом одного из квадратиков. Крокус (или полирит) перед полировкой

следует подготовить, устранив из него все крупные твердые частицы путем отмучивания (аналогично отмучиванию 15-минутника). Смазав полировальник влажным крокусом (с помощью акварельной кисти), наложим на него зеркало и, выждав 5 минут, начнем полировать, делая такие же движения («штрихи»), как при тонкой шлифовке, но с умеренным (вначале) нажимом. Полировку ведем (без подмазывания) до тех пор, пока и зеркало и полировальник не станут почти сухими, а трение полировальника о стекло резко возрастет (появится скрип); после этого подмазываем зеркало минимальным количеством влажного крокуса (при значительном количестве крокуса и воды трение и скорость полировки уменьшатся) с тем, чтобы трение оставалось значительным; через полчаса полировки поверхность зеркала достаточно заблестит, чтобы приступить к испытанию формы поверхности.

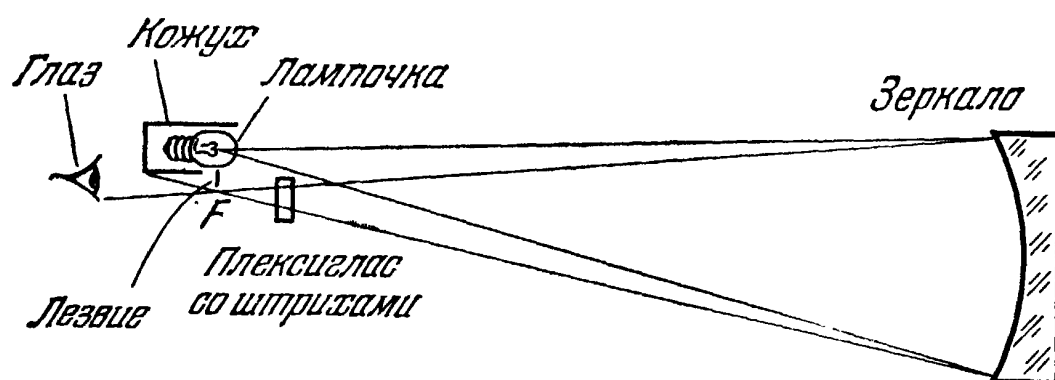


Рис. 193. Теневой прибор

Испытание поверхности зеркала производится тeneвым методом или же методом Ронки. Если поместить точечный источник света в центре кривизны вогнутого сферического зеркала, то все лучи отразятся обратно в центр кривизны, образовав там изображение источника света. Сдвинув источник света в сторону, мы получим изображение рядом с ним. В качестве источника света следует взять лампочку от карманного фонаря, имеющую спираль прямолинейной формы и стекло баллона, не искажающее форму нити накала. Лампочку следует поместить на подставку, имеющую возможность передвижения как в горизонтальной плоскости, так и по вертикали; рядом с лампочкой следует поместить лезвие безопасной бритвы, а также кусочек плексигласа с прочерченными (иглой) четырьмя линиями (расстояние между линиями должно быть около 0,2—0,3 мм). Этот прибор в дальнейшем будем называть *тeneвым прибором* (рис. 193). Нить лампы, лезвие и штрихи на плексигласе должны быть параллельны друг другу (удобнее всего установить их по вертикали).

Перемещая прибор в горизонтальной плоскости, найдем такое его положение, когда лучи от лампочки, отразившись от зеркала, попадают полностью в глаз наблюдателя, помещенный непосредственно за тeneвым прибором; при этом зеркало будет казаться равномерно светящимся. Поместив между глазом и зеркалом экран со штрихами, мы увидим на зеркале систему тeneвых полос от штрихов (рис. 194) — это так называемые *полосы Ронки*. Эти полосы будут прямыми в том случае, если зеркало сферическое; если же оно отклоняется от сферы,

то полосы будут искривлены и по их виду можно будет судить о характере искажения формы поверхности зеркала. Уберем теперь экран и поставим на его место лезвие бритвы так, чтобы оно касалось конуса света в точке F . При этом на зеркале появятся тени (тени Фуко), по виду которых можно также судить о форме зеркала; если зеркало — идеальная сфера, то зеркало одновременно по всей площади будет покрываться полутенью; этот метод более чувствителен, чем метод Ронки, но труднее дается начинающему, поэтому вначале рекомендуется пользоваться методом Ронки и лишь в конце работы перейти на теневой метод (при окончательной доводке зеркала). На рис. 194 изображены многие из обычно встречающихся дефектов зеркала в виде отклонений от идеальной сферы, а рядом изображены соответствующие картины Фуко и Ронки.

На рис. 194 приведены порознь результаты влияния различных отклонений от сферы, но на практике эти отклонения обычно встречаются в различных сочетаниях. Наиболее распространенным и вредным является завал края. Если он появился в начале полировки в соединении с ямой в центре, то причиной, вероятно, является чрезмерно мягкая смола. В этом случае смолу следует удалить и изготовить новый полировальник из более твердой смолы (с большим содержанием канифоли). Твердость смолы сильно зависит от температуры, при которой ведется полировка, — чем выше температура, тем больше следует добавить канифоли в смолу (желательно, чтобы весь процесс полировки протекал при постоянной температуре). Излишне напоминать также о необходимости тщательного соблюдения чистоты, так как одна единственная твердая пылинка может вызвать непоправимые царапины.

Ниже следуют указания для исправления дефектов различных типов.

1. Бугор в центре (рис. 194, б). Устраняется удлинением штриха до $1/2$ радиуса зеркала (и более); пользоваться этим приемом нужно очень осторожно (не более 2—3 минут с последующим испытанием), так как возможно появление завала на краю; более безопасный путь — применение полировальника диаметром, несколько меньшим диаметра бугра; при этом зеркало должно лежать неподвижно лицом вверх.

2. Яма в центре (рис. 194, в). Для устранения ямы полировальник следует подскоблить в центральной части, чтобы уменьшить действие центральных фасеток; после удаления ямы следует подогреть полировальник и придать ему первоначальную форму.

3. Завал края (рис. 194, г). Этот дефект иногда возникает при тонкой полировке; для его устранения следует укоротить штрих до $1/4$ радиуса и уменьшить диаметр полировальника, сделав его примерно на 5 мм меньше зеркала. Если же завал очень значителен, следует вернуться к тонкой шлифовке (остерегаться резких движений и скопления наждака на краю зеркала и шлифовальника).

4. Приподнятый край (рис. 194, д). Этот дефект редко бывает значительным и обычно легко устраняется удлинением штриха на 2—3 минуты; если это не помогает, следует поменять местами зеркало и

полировальник и полировать «по хорде», т. е. так, чтобы центр полировальника перемещался по краевым частям зеркала.

5. Сплюснутый сфероид (рис. 194, е). В сплюснутом сфероиде центральные зоны имеют меньшую кривизну, нежели краевые, поэтому

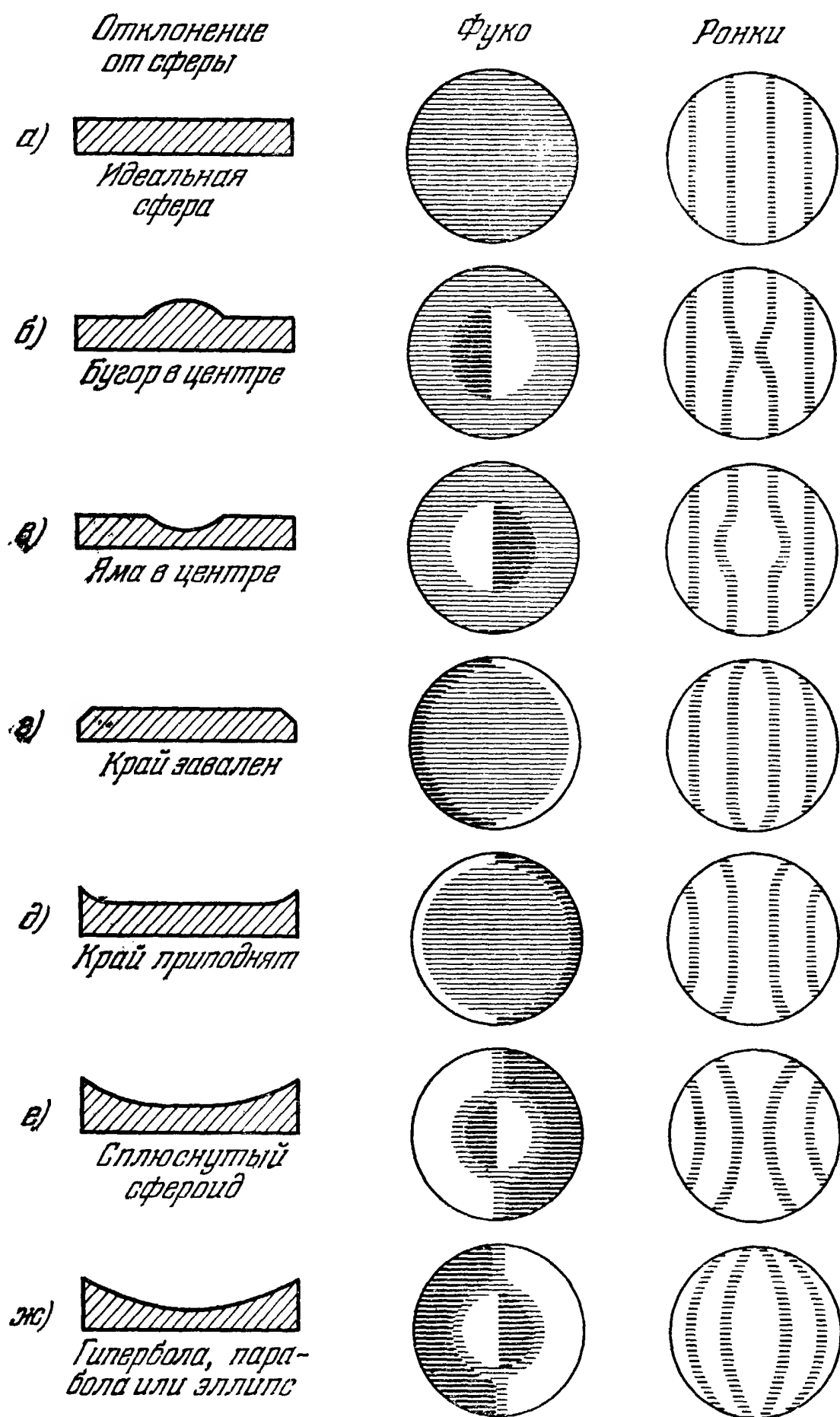


Рис. 194. Картины Фуко и полосы Ронки

он может быть исправлен так же, как исправляют центральный бугор, т. е. удлинением штриха либо применением штриха в виде буквы W в течение двух-трех минут с последующим продолжительным прессованием полировальника зеркалом (оставляем зеркало на полировальнике без движения на 10—15 минут).

6. Гиперболоид (или параболоид, эллипсоид) (рис. 194, ж). Эти поверхности исправить значительно труднее, чем сплюснутый сфероид;

кривизна центральных частей здесь больше кривизны краевых зон. Эти фигуры легко возникают при злоупотреблении длинным штрихом, штрихом «по хорде», а также при употреблении чрезмерно мягкой смолы. Для исправления применяем короткий прямолинейный штрих; целесообразно также подрезать край и центр (подскоблить фасетки) полировальника.

7. Зональные ошибки. Исправление выпуклых или углубленных зон на поверхности зеркала производится W-образным штрихом либо штрихом в виде восьмерки или эллипса в течение нескольких минут (при этом, однако, возникает опасность завала края). Заметим, что описанные меры являются ориентировочными, так как полировальник может менять свои свойства от многих причин — небольшое различие в твердости квадратиков, неравномерное увлажнение и т. д. способны резко изменить характер работы полировальника (поэтому при устранении дефектов желательно работать при явном избытке крокусной суспензии).

Устраняя описанным образом появляющиеся дефекты, продолжаем полировку до тех пор, пока полностью не исчезнут следы матовости на поверхности зеркала (рассматриваем поверхность в 5-кратную лупу при ярком освещении). Чаще всего матовость остается на краю зеркала, в то время как вся остальная поверхность полностью отполирована. Полностью отполированное зеркало, имеющее «плоский» теневой рельеф (см. рис. 194, а), следует подвергнуть окулярной пробе, т. е. рассмотреть изображение малого отверстия (диаметром порядка 0,02—0,01 мм) в фольге, подсвеченной лампочкой. Отверстие помещаем около центра кривизны зеркала и рассматриваем его в 20× лупу (окуляр). Изображение должно иметь вид яркого центрального пятна, окруженного дифракционными кольцами (обычно видно не более двух колец). Внефокальные изображения должны быть также круглыми, причем предфокальное и зафокальное изображения должны иметь одинаковый вид. Эллиптическая форма внефокальных изображений указывает на легкий астигматизм. Окончательное испытание главного зеркала следует проводить спустя 1—1,5 часа после полировки, чтобы зеркало успело остыть (так называемая отстойка зеркала).

Изготовление плоского диагонального зеркальца для системы Ньютона. Размеры плоского диагонального зеркальца проще всего определить графически, путем построения хода лучей в системе с учетом желаемого поля зрения. При диаметре главного зеркала 150 мм и поле зрения 1° целесообразно взять круглое плоское зеркальце диаметром 50 мм *). Заготовку для такого зеркальца следует вырезать из зеркального стекла толщиной не менее 8 мм; в качестве шлифовальника можно взять кружок из более тонкого (но не менее 5 мм) стекла диаметром также 50 мм. Шлифовку можно начинать с 15-минутного наждака, меняя местами зеркало и шлифовальник через каждые 15 минут. О форме поверхности зеркала можно судить по отражению

*) В качестве плоского зеркала можно использовать прямоугольную призму полного внутреннего отражения.

шарика в косых лучах — изображение будет круглым только в том случае, если поверхность близка к плоскости; если поверхность выпуклая, то изображение шарика будет казаться сплюснутым; в этом случае зеркало следует поместить сверху и шлифовать до тех пор, пока изображение шарика не будет круглым. В случае вогнутой поверхности изображение шарика вытянутое; шлифовать следует, поместив внизу зеркало. Окончательная доводка на плоскость производится во время шлифовки самым тонким наждаком (60-минутным). При этом пользуются вспомогательным сферическим зеркалом (можно использовать готовое главное зеркало — его желательно к этому времени посеребрить). Схема для испытания плоского зеркальца изображена на рис. 195.

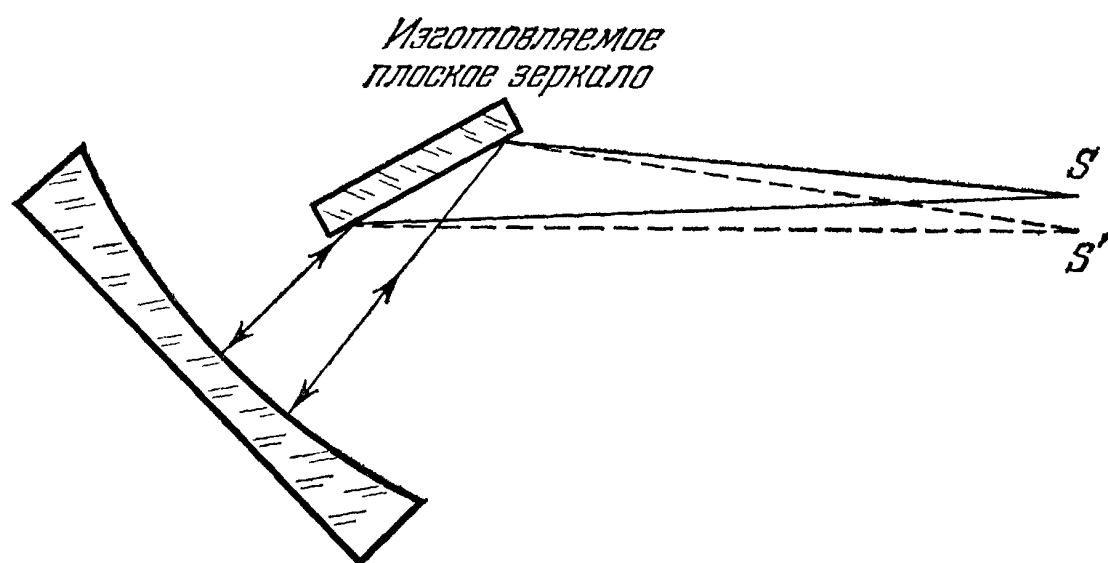


Рис. 195. Метод контроля формы плоского зеркала.

Лучи, исходящие из точки S , отражаются от испытуемого плоского зеркальца и падают перпендикулярно на сферическое зеркало; отразившись от него, лучи вновь отражаются от плоскости и сходятся в точке S' (рядом с точкой S), где изображение точки рассматривается в окуляр. Наличие кривизны у плоского зеркальца обнаруживается по астигматизму у изображения точки; устранив кривизну при последних стадиях тонкой шлифовки, приступаем к полировке. Для полировки следует взять еще более твердую смолу, нежели ту, которая использовалась для полировки сферы. Полировальник должен иметь тот же диаметр, что и зеркало; полировка ведется точно так же, как и полировка сферического зеркала, но через каждые пять минут следует менять местами зеркало и полировальник. Устранив кривизну, следует проверить зеркало на наличие зональных ошибок — для этого пользуемся теневым методом или методом Ронки в схеме рис. 195. Устранение этих дефектов производится так же, как это делалось в случае сферического зеркала. Убедившись, что плоское зеркало не искажает изображения, даваемого сферическим зеркалом, можно считать работу законченной.

Серебрение зеркал можно произвести, пользуясь обычными рецептами (лучше использовать рецепты, в которых в качестве восстанавливающего раствора используется глюкоза). Заметим, что для серебрения следует использовать химически чистые вещества и дистиллированную воду.

В готовом телескопе зеркала должны быть тщательно отъюстированы (в центре поля звезды должны иметь симметричный вид без «хвостов»).

Заметим, что процессы изготовления зеркал (кроме полировки) можно механизировать, используя электродвигатель с вертикально вращающимся шпинделем (не более 700 об/мин) и мощностью не менее 200 ватт. Шлифовальник закрепляем на вращающемся шпинделе двигателя, а зеркало удерживаем в руках, позволяя ему время от времени проворачиваться вокруг оси и делая радиальные движения на $1/3$ радиуса зеркала.

3. Вспомогательные приборы

Кольцевой микрометр. Для измерений двойных звезд, диаметров планет и кометных ядер, а также для определений относительных координат различных небесных объектов, рефракторы часто снабжаются *позиционным микрометром*. Наблюдения двойной звезды заключаются в измерении углового расстояния ρ между двумя компонентами и угла θ между соединяющей их линией и кругом склонения,

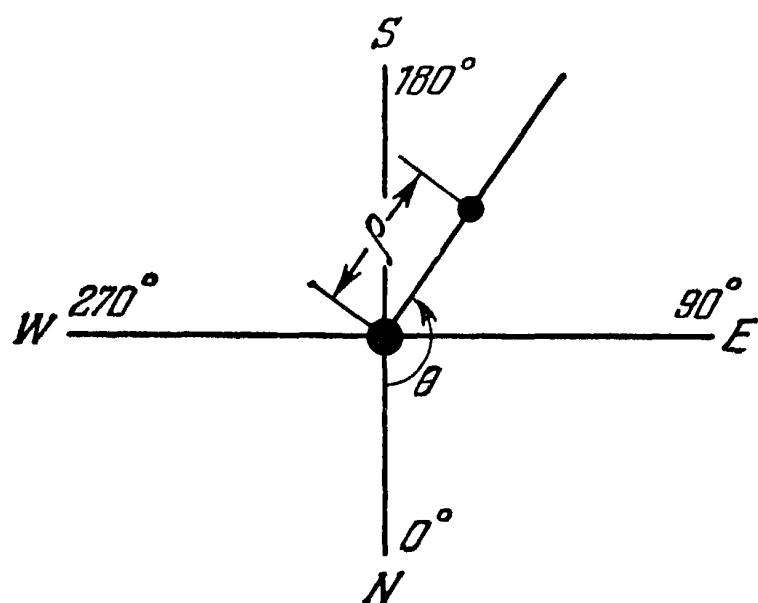


Рис. 196. Позиционный угол θ и расстояние ρ .

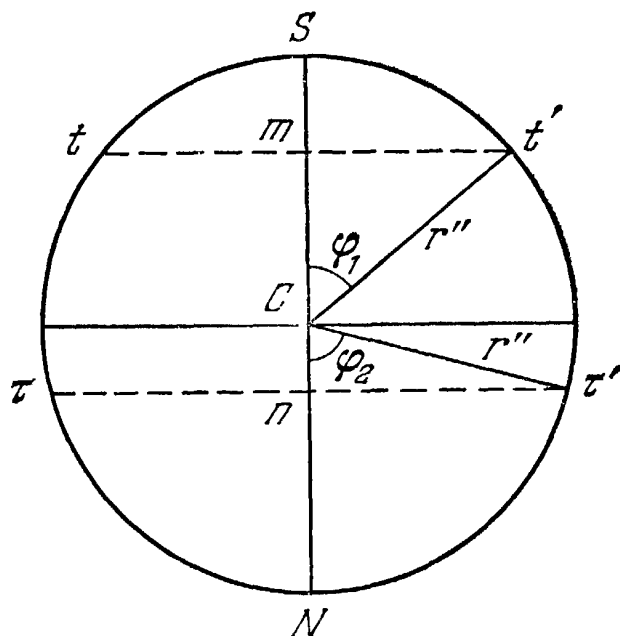


Рис. 197. Кольцевой микрометр.

проходящим через главную звезду (так называемого *позиционного угла*). Угол θ отсчитывается от направления на северный полюс мира против часовой стрелки от 0° до 360° (рис. 196).

В любительской практике этот сложный прибор может быть с успехом заменен простым кольцевым микрометром.

Кольцевой микрометр состоит из одного или двух концентрических тонких колец, нарисованных на стекле, помещенном в главном фокусе трубы, и рассматриваемых в окуляр одновременно со звездами. В случае невозможности изготовления таких колец или неудобства их введения в фокальную плоскость можно использовать края поля зрения как своего рода кольцо. Пусть два небесных светила, разность координат которых мы хотим определить, находятся так близко друг к другу, что разность их склонений не превышает $2/3$ диаметра поля зрения. Пусть NS — круг склонения (рис. 197), $\tau'\tau$ и $t't$ — пути звезд в поле

зрения, C — центр поля зрения. Установим нашу трубу неподвижно таким образом, чтобы обе звезды через короткое время после этого прошли бы через поле зрения *). Первая из них появится в момент t' и скроется из поля зрения в момент t . Вторая — соответственно в моменты τ' и τ . Эти моменты по сигналам наблюдателя должен отмечать его помощник по часам, имеющим секундную стрелку, или по хронометру.

Моменты прохождения звезд через линию NS будут $\frac{t' + t}{2}$ и $\frac{\tau' + \tau}{2}$.

Очевидно, что разность прямых восхождений будет равна

$$\Delta\alpha = \frac{\tau' + \tau}{2} - \frac{t' + t}{2}.$$

Обратимся теперь к разности склонений, которая будет равна сумме отрезков nC и Cm , выраженных, конечно, в дуговой мере:

$$\Delta\delta = nC + Cm.$$

Длину дуги суточной параллели mt' можно получить из рассмотрения сферического треугольника Pmt' (рис. 198):

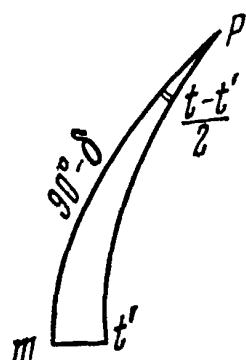


Рис. 198.

$$\sin(mt') = \sin\left(\frac{t-t'}{2}\right) \cos\delta,$$

где δ — приближенное значение склонения звезд.

Выражая mt' в секундах дуги и пренебрегая различием между величиной синуса малой дуги и длиной самой дуги, получим

$$(mt')'' = 15 \left(\frac{t-t'}{2}\right) \cos\delta.$$

Обозначив радиус поля зрения (или радиус кольца) через r'' , из рис. 197 получим

$$(mt') = r'' \sin\varphi_1 = 15 \left(\frac{t-t'}{2}\right) \cos\delta;$$

таким образом,

$$\sin\varphi_1 = 15 \left(\frac{t-t'}{2r''}\right) \cos\delta.$$

Определив отсюда φ_1 , находим

$$(Cm)'' = r'' \cos\varphi_1.$$

Аналогично можно получить

$$(nC)'' = r'' \cos\varphi_2,$$

$$\sin\varphi_2 = \frac{15(\tau-\tau')}{2r''} \cos\delta.$$

*) Для более точного отсчитывания моментов появления и исчезновения звезд выгодно установить трубу так, чтобы звезды прошли на разных расстояниях от центра поля зрения. При малых разностях склонений лучше звезды пропускать ближе и краю поля зрения, чтобы хорды $t't$ и $\tau'\tau$ возможно больше различались по длине.

Окончательно находим

$$\Delta\delta = (Cm)'' + (nC)'' = r''(\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2).$$

По α и δ одной из звезд координаты другой получатся без труда:

$$\alpha' = \alpha + \Delta\alpha, \quad \delta' = \delta + \Delta\delta.$$

Зная $\Delta\alpha$ и $\Delta\delta$ для компонентов двойной звезды, можно вычислить расстояние ρ'' и позиционный угол θ :

$$\left. \begin{aligned} \rho \sin \theta &= \Delta\delta, \\ \rho \cos \theta &= 15\Delta\alpha \cos \delta. \end{aligned} \right\} \quad (80)$$

Квадрант, в котором находится угол θ , определяется знаками $\sin \theta$ (т. е. $\Delta\delta$) и $\cos \theta$ (т. е. $\Delta\alpha$), так как $\cos \theta$ всегда положителен.

Проволочный микрометр *). Самым простым является проволочный микрометр, описанный в первый раз Богуславским. Он может быть применен при любой трубе, независимо от того, имеет ли она параллактическую или горизонтальную установку, лишь бы только она была снабжена окуляром Рамсдена. Каждый любитель может без труда изготовить такой микрометр, укрепив кусочек простой проволоки соответствующей толщины (в зависимости от применяемого увеличения) в окуляре так, чтобы она проходила через середину поля зрения. При наблюдении надо повернуть окуляр таким образом, чтобы проволока составляла приблизительно угол в 45° с направлением суточного движения звезд. Закрепив трубу, пропускаем через поле зрения две звезды с известными координатами α и δ и объект, положение которого хотим определить. При этом точно отмечаем моменты исчезновения звезд и нашего объекта за проволокой и моменты их появления. Затем поворачиваем окуляр приблизительно на прямой угол, чтобы проволока вновь была под углом в 45° к суточной параллели, и повторяем наблюдение.

Обозначим через ε_1 угол, который составляла наша проволока с часовым кругом во время первого наблюдения; $\alpha_1, \delta_1, \alpha_2, \delta_2, \alpha, \delta$ — координаты двух известных звезд и нашего объекта и через t_1, t_2, t обозначаем средние из моментов исчезновения и появления звезд и объекта за проволокой. Тогда

$$\alpha - \alpha_1 = t - t_1 + \frac{\delta - \delta_1}{15 \cos \frac{\delta + \delta_1}{2}} \operatorname{tg} \varepsilon_1,$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = t_2 - t_1 + \frac{\delta_2 - \delta_1}{15 \cos \frac{\delta_2 + \delta_1}{2}} \operatorname{tg} \varepsilon_1.$$

Обозначим через ε_2 угол во время второго наблюдения; получим аналогично

$$\alpha - \alpha_1 = t' - t'_1 + \frac{\delta - \delta_1}{15 \cos \frac{\delta + \delta_1}{2}} \operatorname{tg} \varepsilon_2,$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = t'_2 - t'_1 + \frac{\delta_2 - \delta_1}{15 \cos \frac{\delta_2 + \delta_1}{2}} \operatorname{tg} \varepsilon_2.$$

*) Добавление, сделанное переводчиком «Справочника» на польский язык Ф. Кёбкэ (Варшава, 1956).

Исключая отсюда неизвестные углы ε_1 и ε_2 , можно получить разности α и δ объекта и первой звезды:

$$\alpha - \alpha_1 = t - t_1 + [\alpha_2 - \alpha_1 - (t_2 - t_1)] \frac{t - t_1 - (t' - t'_1)}{t_2 - t_1 - (t'_2 - t'_1)},$$

$$\delta - \delta_1 = \frac{\delta_2 - \delta_1}{f} \cdot \frac{t - t_1 - (t' - t'_1)}{t_2 - t_1 - (t'_2 - t'_1)},$$

где

$$f = \frac{\cos \frac{\delta_2 + \delta_1}{2}}{\cos \frac{\delta - \delta_1}{2}} \approx 1.$$

При некотором опыте моменты исчезновения и появления можно оценить с точностью до долей секунды. Хорошую услугу при таких наблюдениях может оказать выверенный метроном, дающий удары каждую секунду *). В этом случае нетрудно оценить моменты с точностью до 0^s,1.

Фотометры. Для точных измерений блеска звезд изобретено много особых приборов — *фотометров*, действующих на основе разных принципов: таковы клиновые фотометры, поляризационные фотометры, фотометры с искусственными звездами, наконец, фотоэлектрические фотометры. В визуальных фотометрах имеется искусственная



Рис. 199. Фотометрический клин.

звезда — электрическая лампочка, светящаяся сквозь точечное отверстие в диафрагме, или некоторая поверхность (площадка), освещаемая искусственным светом, причем блеск этой искусственной звезды или яркость поверхности можно

произвольно изменять, измеряя по шкале это изменение. При наблюдении с фотометром блеск искусственной звезды подгоняется к блеску изучаемой, а предварительная градуировка прибора дает возможность количественной оценки блеска исследуемой звезды.

В *клиновых фотометрах* блеск искусственной звезды можно менять передвижением фотометрического клина, положение которого отсчитывается по особой шкале. Фотометрический клин обычно делается из дымчатого серого стекла, из которого шлифуют клинообразную пластинку *E* (рис. 199). Для того чтобы клин не превращался в преломляющую призму, для придания прочности и для удобства обращения к нему приклеивают такой же клин прозрачного стекла *F*. Можно изготовить простой фотометрический клин из неравномерно засвеченной фотографической пластинки. В книге М. Е. Набокова «Астрономические наблюдения с биноклем» (1948 г.) указан способ изготовления такого клина. В той же книге приведен проект простейшего фотометра, соединенного с биноклем. К такому фотометру с успехом можно приспособить клин (вместо описанного там перемещения искусственной звезды).

*) Удобнее каждые полсекунды (П. К.).

Поляризационный фотометр. Для визуальных наблюдений можно самим изготовить поляризационный фотометр с искусственной звездой сравнения *).

К окулярному концу астрономической трубы крепится фотометр (рис. 200), содержащий следующие элементы: P — плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 5—10 мм, D_1 — диафрагма с точечным отверстием, P_1 — неподвижный пленочный поляроид (поляризатор), P_2 — вращающийся поляроид (анализатор) с индексом t , D_2 — дополнительная диафрагма, L — лампочка накаливания, питаемая

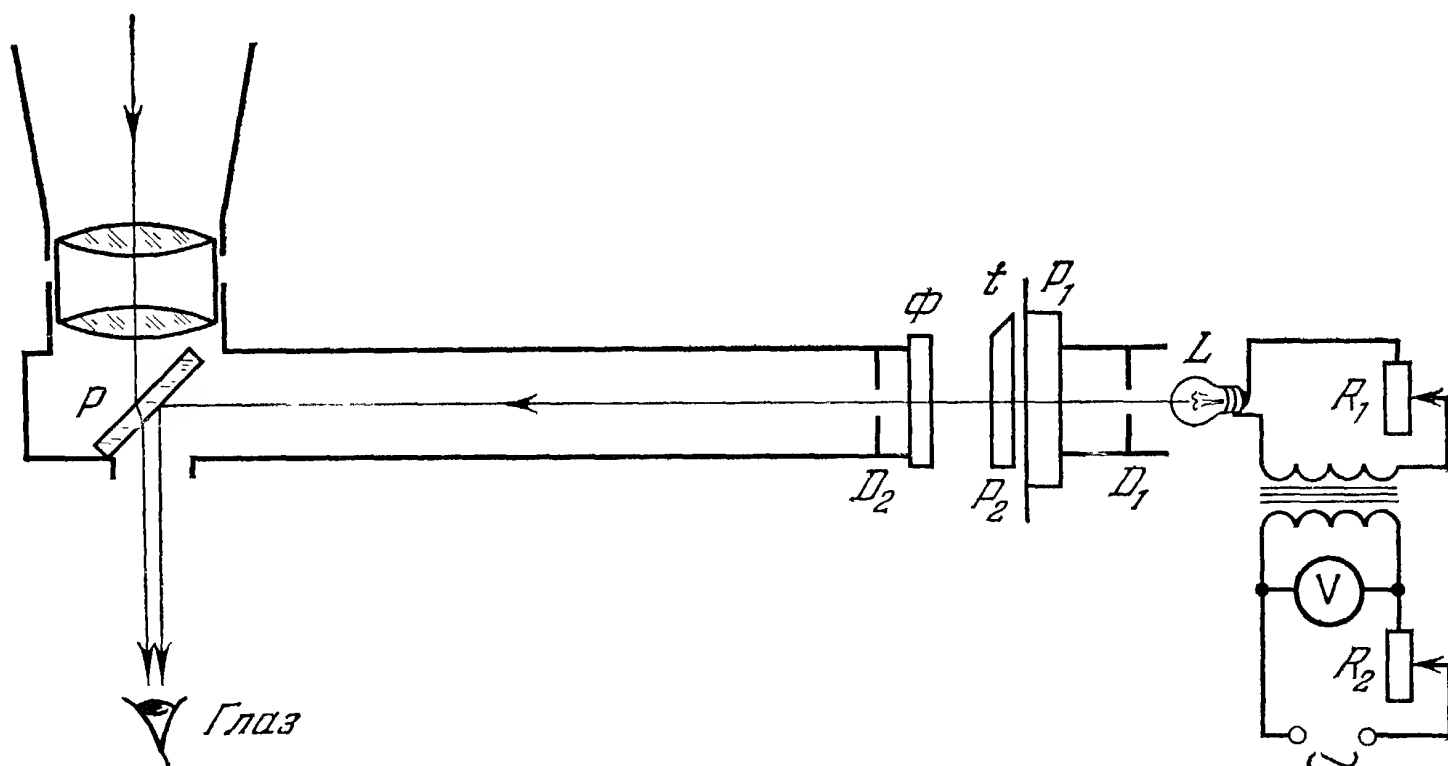


Рис. 200. Принципиальная схема окулярного поляризационного фотометра с искусственной звездой сравнения.

батареей аккумуляторов либо через трансформатор (как на рисунке), V — вольтметр контроля напряжения в первичной цепи, R_2 и R_1 — реостаты регулировки напряжения в первичной цепи и в цепи питания лампы L . Расстояние D_2P около 25 см (расстояние наилучшего зрения нормального глаза). Φ — круг, несущий набор голубых и синих фильтров различной плотности для подгонки цвета искусственной звезды к цвету исследуемой (можно воспользоваться кругом от набора фильтров для цветной фотографии).

При параллельности осей поляроидов искусственная звезда будет иметь максимальный блеск. Ослабление ее блеска будет равно

$$\Delta m = -5 \lg \cos \alpha,$$

где α — угол поворота анализатора. Шкалу под индексом t можно проградуировать в звездных величинах.

При измерении блеска быстро меняющихся переменных звезд (например, затменной в эпоху минимума) сначала реостатом R_1 уравнивают искусственную звезду с изучаемой, а затем, по мере изменения блеска переменной, подгоняют блеск искусственной звезды, вра-

*) Л. В. Игнатьева, ПЗ 14, № 2, 119—121, 1962.

щая поляроид P_2 . Примером работы такого фотометра может служить серия измерений затменной RZ Cas 14/15 апреля 1961 г. (рис. 201).

Светофильтры. При наблюдении поверхностей планет и Луны и при изучении комет очень интересно сравнить форму и величину различных деталей в разных лучах. Для таких исследований употребляются *светофильтры* — особо окрашенные стекла. Изготовление и исследование их — целая отрасль прикладной физики. Светофильтры, полезные астроному-любителю, можно легко изготовить самим. Для

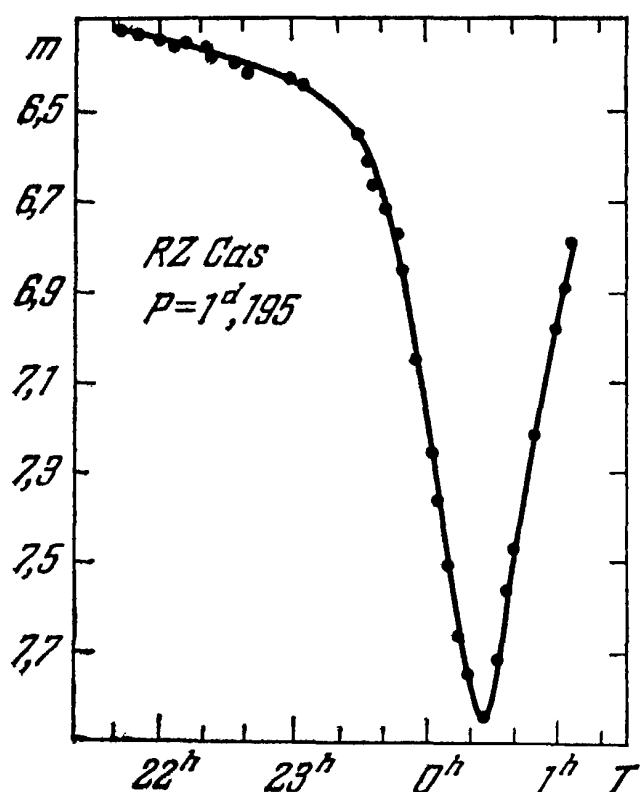


Рис. 201. Минимум затменно-перемежной RZ Кассиопеи.

этого нужна чистая, неэкспонированная и непроявленная, но отфиксированная обычным образом и тщательно промытая фотографическая пластинка, желательно мелкозернистая. Такая пластинка кажется совершенно прозрачной. Для окраски ее желатинового слоя в нужный цвет надо опустить пластинку слоем вверх на несколько минут в раствор соответствующей анилиновой краски, а затем слегка ополоснуть и тщательно высушить ее, оберегая от пыли.

В. П. Цесевич *) рекомендует использовать следующие готовые анилиновые краски для изготовления светофильтров: аурамин, ауранция, металин желтый или тартрацин для желтых светофильтров; конго-рот для красных; анил-

зеленый Б, анил-зеленый Г или метилгрюн для зеленых светофильтров; метиловую голубую, анилин-блау, анил прочно-синий Б, анил-синий для синих светофильтров.

Светофильтр нужных размеров надо после просушки прикрыть чистым стеклом тех же размеров (или сложить вместе два светофильтра слой к слою) и окантовать, т. е. оклеить по ребру бумагой.

Каждый светофильтр надо исследовать с помощью какого-либо спектроскопа, пользуясь табл. 70, дающей положение и длины волн основных линий солнечного спектра.

Спектроскоп. На обсерваториях для изучения спектров небесных светил применяются весьма сложные приборы — многопризменные и дифракционные спектрографы. Поставленный вместо окуляра такой спектрограф дает возможность сфотографировать спектр одной звезды, изображение которой падает в этот момент на щель спектрографа (получить *щелевую спектрограмму*).

Любителю может встретиться так называемый *спектроскоп прямого зрения*. В нем комбинация трех-четырех призм разлагает свет на составляющие цвета, не меняя направления луча.

С таким спектроскопом можно непосредственно наблюдать главные фраунгоферовы линии солнечного спектра (см. табл. 70 и рис. 178),

*) В книге «Что и как наблюдать на небе».

а приспособив его к окуляру астрономической трубы, можно попытаться увидеть спектры небесных светил (конечно, самых ярких). В случае появления яркой кометы очень интересно и ценно изучить спектры головы кометы и ее хвоста. Помимо непрерывного спектра отраженного света, можно надеяться увидеть газовый спектр головы, а может быть, и хвоста кометы. Большой интерес представляет изучение спектров новых звезд.

4. Об установке параллактического штатива трубы *)

А. Об установке параллактического штатива трубы, не имеющего кругов. При правильной установке инструмента полярная или часовая ось должна быть направлена на полюс мира, а перпендикулярная к ней ось склонений — лежать в плоскости небесного экватора. Только в этом случае вращение трубы вокруг полярной оси будет соответствовать суточному вращению небесного свода.

Ниже приводится простейший способ установки экваториала по звездам.

Установив штатив инструмента примерно по меридиану и наклонив его полярную ось к горизонту под углом, приблизительно равным широте места, надо поставить горизонтальную нить сильного окуляра так, чтобы при вращении инструмента вокруг полярной оси звёзды в поле зрения окуляра скользили вдоль нити. Если после этого установить трубу в плоскости меридиана близко к небесному экватору, направить ее на какую-нибудь звезду, закрепить неподвижно и следить за движением звезды в поле зрения, то могут встретиться три случая:

1. Звезда скользит (справа налево, так как телескоп дает перевернутое изображение) вдоль нити (рис. 202, а), не отходя от нее ни вниз, ни вверх. Это свидетельствует о том, что полярная ось лежит в плоскости меридиана и, следовательно, инструмент по азимуту установлен правильно.

2. Звезда движется под углом к нити вверх (рис. 202, б). Следовательно, полярная ось не лежит в плоскости меридиана и инструмент надо повернуть в горизонтальной плоскости, изменив его азимут. Северный конец полярной оси надо немного повернуть к западу, иначе говоря, весь штатив повернуть против часовой стрелки. В больших инструментах для этого устроены особые винты, перемещающие параллактическую головку относительно штатива.

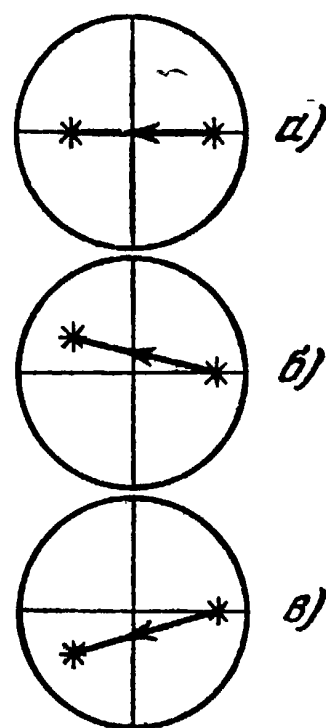


Рис. 202. К установке параллактического штатива.

*) Установке экваториала посвящена большая статья (в двух частях) С. Н. Блажко в Русском Астрономическом Календаре за 1924 и 1925 гг. Об этом говорится также в его «Курсе практической астрономии». В третьем томе Известий Крымской астрофизической обсерватории помещена статья П. П. Добронравина с изложением нового способа точной установки экваториала.

3. Звезда движется под углом к нити вниз (рис. 202, в). Инструмент надо повернуть по часовой стрелке, т. е. северный конец полярной оси повернуть к востоку.

Повторив эти наблюдения и исправления несколько раз, можно добиться достаточно точного положения инструмента по азимуту.

Однако, будучи установленной точно в плоскости меридиана, полярная ось может иметь неправильный наклон к горизонту и, следовательно, не быть параллельной оси вращения Земли.

Для исправления угла наклона наблюдается прохождение звезд в поле зрения неподвижного телескопа, установленного в плоскости

первого вертикала и направленного для определенности, скажем, на восток. Вновь могут представиться три случая:

1. Звезда скользит вдоль нити — инструмент стоит правильно.

2. Звезда движется под углом к нити вверх в поле зрения — северный конец полярной оси надо поднять (увеличить угол с горизонтом).

3. Звезда движется под углом к нити вниз — северный конец полярной оси нужно опустить.

Если звезду наблюдаем на западе, то заключения

должны быть обратны: звезда движется вверх — ось опустить, движется вниз — поднять.

Несколько таких проб, и инструмент будет установлен с достаточной точностью.

Трехногий штатив выгодно ставить так, чтобы одна его нога находилась на юг от инструмента, а две другие — на линии восток — запад.

Б. Об установке паралактического штатива при наличии кругов.
а) *Исправление установки круга склонения.*

Примем, что оцифровка круга сделана в соответствии с рис. 203. Наведем трубу на звезду со склонением δ , находящуюся в меридиане (т. е. в кульминации). Отсчет круга склонения при положении трубы на восток от колонны D_1 , на запад — D_2 . Точка полюса на круге, которая должна соответствовать отсчету 90° , будет равна $90^\circ + \frac{D_1 - D_2}{2}$.

На величину $\frac{D_1 - D_2}{2}$ надо поправить положение круга (или нулевого штриха на инструменте).

б) *Исправление положения полярной оси.*

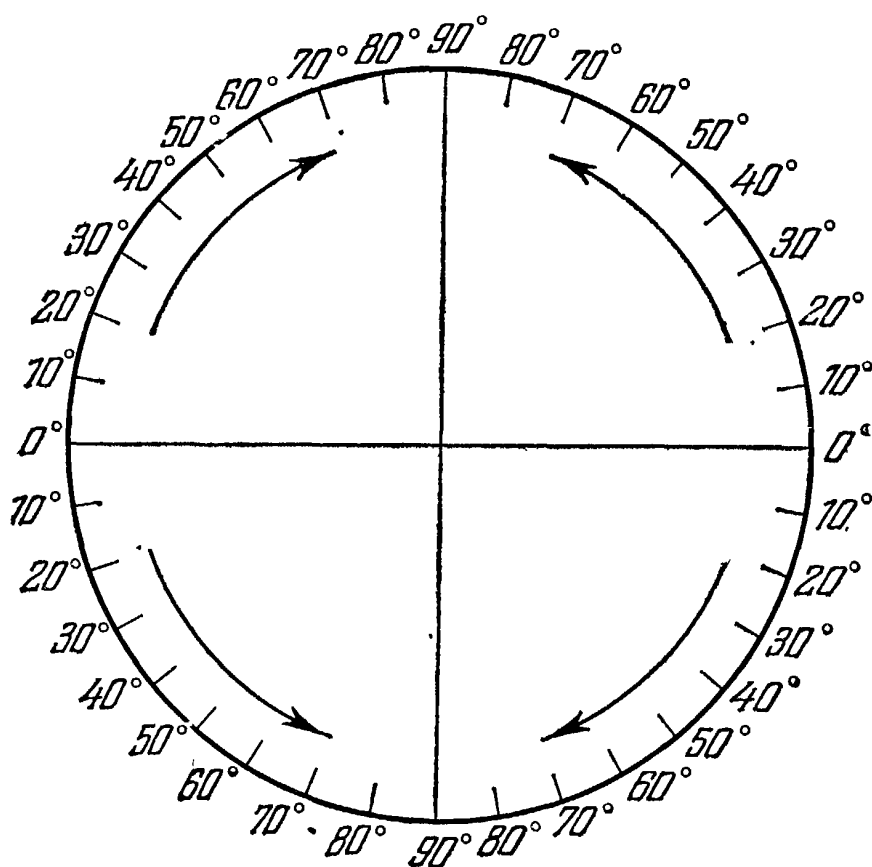


Рис. 203. Оцифровка круга склонения.

Если $90^\circ - \frac{D_1 + D_2}{2} > 90^\circ - \delta$ или, иначе, если $\frac{D_1 + D_2}{2} < \delta$, то полярная ось инструмента лежит ниже направления на полюс мира.

Если $\frac{D_1 + D_2}{2} > \delta$, то ось выше этого направления. Наклон полярной оси надо исправить на величину $\frac{D_1 + D_2}{2} - \delta$ в соответственную сторону.

в) *Исправление установки по азимуту.*

Пусть при наблюдении звезды со склонением δ' при западном часовом угле 6^h мы получили отсчет по кругу склонения D' . Если $D' > \delta'$, то северный конец полярной оси повернут к западу, если $D' < \delta'$ — к востоку. Немного повернув винт, регулирующий установку инструмента по азимуту, повторим наблюдение и вскоре добьемся точной установки полярной оси инструмента в обоих направлениях — по высоте и по азимуту.

г) *Установка часового круга и определение величины коллимации.*

Коллимацией называется ошибка, возникающая от неперпендикулярности оптической оси трубы и оси склонения инструмента (для инструментов с азимутальной установкой — его горизонтальной оси). Вследствие коллимации труба при вращении вокруг оси будет описывать на небесной сфере не большой, а малый круг.

Пусть при трубе на восток от колонны звезда с прямым восхождением α , близкая к небесному экватору (т. е. с небольшим склонением δ), наблюдается близ меридиана при часовом угле $T_1 - \alpha$, где T_1 — момент звездного времени. Часовой угол визирной линии будет равен $t_1 + \Delta t - c \sec \delta$, где t_1 — отсчет часового круга, Δt — искомая поправка установки часового круга, а $c \sec \delta$ — влияние коллимации. Очевидно, что должно выполняться условие

$$t_1 + \Delta t - c \sec \delta = T_1 - \alpha$$

или, иначе,

$$\Delta t - c \sec \delta = T_1 - \alpha - t_1;$$

для трубы на запад от колонны — условие следующее:

$$\Delta t + c \sec \delta = T_2 - \alpha - t_2.$$

Из этих условий легко определить Δt и c . Желательно, чтобы коллимация c не превышала $1'$. Тогда можно быть уверенным, что даже слабый объект вы увидите близ центра поля зрения, поставив инструмент «по кругам».

В. *Способ уточнения координат наблюдателя* *).

Обычно приближенные координаты места наблюдения известны и речь может идти об определении поправок к ним. Предлагаемый А. Б. Палеем метод значительно проще изложенного в известном учебнике С. Н. Блажко «Курс практической астрономии» (1951).

Связь зенитного расстояния звезды z с ее склонением δ и часовым углом t выражается формулой $\cos z = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos t$.

*) Я очень благодарен А. Б. Палею (Ивановский педагогический институт) за разрешение включить описание разработанного им метода в эту книгу.

Измерив зенитные расстояния звезд в известные моменты времени, можно определить долготу и широту места наблюдения. Так как они незначительно отличаются от приближенных φ_0 и λ_0 , полагаем

$$\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi \quad \text{и} \quad \lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda,$$

где $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$ — малые поправки.

Для каждого наблюдения имеем

$$\cos z_i = \sin \delta_i \sin (\varphi_0 + \Delta\varphi) + \cos \delta_i \cos (\varphi_0 + \Delta\varphi) \cos (t_{0i} + \Delta\lambda).$$

Здесь t_{0i} — часовой угол, вычисленный по λ_0 и, следовательно, отличающийся от истинного на величину $\Delta\lambda$; z_i исправлено за рефракцию.

Разлагая $\sin \Delta\varphi$, $\cos \Delta\varphi$, $\sin \Delta\lambda$ и $\cos \Delta\lambda$ в ряды по степеням малых величин $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$ и ограничиваясь линейными членами разложения, получим:

$$a_i \Delta\varphi + b_i \Delta\lambda + c_i = 0,$$

где

$$a_i = \sin \delta_i \cdot \cos \varphi_0 - \cos \delta_i \cdot \sin \varphi_0 \cos t_{0i},$$

$$b_i = -\cos \delta_i \cdot \cos \varphi_0 \cdot \sin t_{0i},$$

$$c_i = \sin \delta_i \cdot \sin \varphi_0 + \cos \delta_i \cos \varphi_0 \cdot \cos t_{0i} - \cos z_i.$$

После вычисления коэффициентов a_i , b_i и c_i проводим определение поправок $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$ способом наименьших квадратов (см. стр. 215).

П р и м е ч а н и е. Выгоднее всего измерять z звезд, равномерно расположенных по азимуту. В случае наблюдения только двух звезд следует выбирать их так, чтобы азимуты отличались друг от друга на 90° .

5. Служба времени наблюдателя

Часы. Всякие часы, даже самые лучшие, либо спешат, либо отстают. Поэтому, чтобы знать точное время, нужно уметь определять *поправку* своих часов. Определяя поправки часов каждый день по радиосигналам времени, можно обнаружить изменение величины поправки, так называемый *суточный ход* часов *). Специальное устройство в часах позволяет в некоторых пределах влиять на ход часов: в карманных часах маленькая указательная стрелка под задней крышкой часов связана с рычажком, который изменяет период колебания балансира и тем самым ход часов. Стрелка указывает на деления небольшой шкалы, на одном конце которой стоит знак «+» либо буква F или A (ускорить), а на другом знак «—» либо буква S или R (замедлить). Передвигая стрелку в нужную сторону и следя за изменением хода часов, можно отрегулировать часы, т. е. сделать ход достаточно малым. В маятниковых часах имеется гайка, вращение которой перемещает груз маятника вдоль стержня и тем самым меняет период колебаний.

Самое главное, что определяет хорошее качество часов — это **п о с т о я н с т в о** хода. Можно примириться с большим ходом часов,

*) Самые точные в мире механические часы Ф. М. Федченко обеспечивают точность хода $0^s,0005$ в сутки!

который с течением времени приводит к большим поправкам, если часы обладают постоянством хода.

Располагая на графике полученные поправки часов против отметок чисел, можно узнать ход часов и его изменение (рис. 204).

При внимательном и бережном отношении к карманным или стенным часам можно заставить их хорошо служить в качестве астрономических часов любителя. Для этого необходимо соблюдать следующие правила:

1. Тщательно оберегать часы от тряски и ударов, от загрязнения, пыли и сырости, а также от резких колебаний температуры. Карманные часы полезно поместить в футляр, выложенный чем-нибудь мягким, со стеклянной крышкой. Лучше всего держать часы всегда в одном положении: одни часы лучше идут (т. е. обладают большим постоянством хода) в горизонтальном положении, другие — в вертикальном.

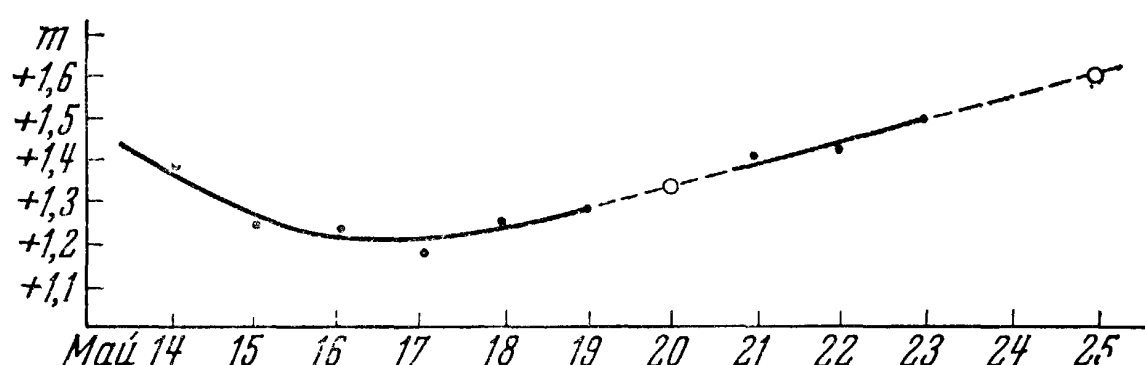


Рис. 204 Ход часов. Точками отмечены поправки часов, полученные сравнением с радиосигналами времени, кружками — полученные интерполяцией и экстраполяцией по графику

2. Заводить часы всегда в один и тот же час, либо через один и тот же промежуток времени (для стенных часов это может быть 4, 7, 10 или 14 дней).

3. Возможно чаще определять поправку часов по радиосигналам времени. При этом можно будет не только выявить ход часов, но и проследить за его изменениями с течением времени, а также установить суточный период в изменении хода, т. е. изменение хода в течение суток *).

Качество часов характеризуют *суточной вариацией*, которая вычисляется по формуле

$$\delta = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}, \quad (81)$$

где n — число определенных суточных ходов, а d — уклонение хода от его среднего значения.

Определение поправки часов по радиосигналам времени. Широко известные передачи сигналов времени (шесть точек) каждый час передаются в эфир с точностью до сотых долей секунды. Заключительная точка дается точно в целое число часов, ноль минут, ноль секунд (например, 7^h 0^m 0^s).

*) Вызываемое изменением силы пружины по мере ее раскручивания и в некоторой степени суточными колебаниями температуры.

Так как секундная стрелка обычных карманных или ручных часов движется скачками, совершая их каждые $0^s,3—0^s,4$, то, очевидно, точность определения поправки часов не может быть больше, чем эта величина. На самом деле она еще меньше. Систематически определяя поправку своих часов, следя за их ходом, можно знать время с точностью до 1^s , что вполне достаточно для большинства задач, которые могут встать перед астрономом-любителем.

Когда радио еще не было так широко распространено, в ходу были методы приближенного определения местного времени. Помимо солнечных часов различного устройства *), представляющих собой прекрасное украшение школьных астрономических площадок и общественных парков и зданий, любители пользовались солнечным кольцом С. П. Глазенапа **), его же солнечным треугольником, солнечным квадратом М. Е. Набокова и другими подобными приборами для определения момента истинного полудня по наблюдениям Солнца на равных высотах до и после прохождения меридиана. Если при обработке наблюдений с солнечным кольцом учитывать изменение склонения Солнца между утренними и вечерними наблюдениями, то можно рассчитывать на определение момента истинного полудня с точностью до нескольких секунд. С помощью графика или таблицы уравнения времени можно получить поправку на среднее время, а зная долготу места наблюдения и номер часового пояса, перевести полученный момент среднего времени в поясное или декретное***).

Для составления программы наблюдений на данный вечер или ночь нужно знать соотношение среднего местного времени и звездного времени в эту ночь. М. С. Зверев предложил простую и удобную номограмму для приближенного перевода момента среднего солнечного времени в звездное (Приложение XII). Линейку с часами среднего времени надо приложить к номограмме так, чтобы отметка 0^h совпала с датой наблюдений. Шкала «звездное время» даст ответ для любого момента времени в промежутке от 18^h до 6^h .

* *
*

Для планирования наблюдательной работы астроном-любитель должен заранее знать о предстоящих астрономических явлениях. Сведения о них помещаются в ежегодных выпусках Астрономического Календаря. Полезно также знать приметы погоды, от которой, увы, зависит успех всей практической работы астрономов.

*) Их описание с указаниями их расчета, устройства и пользования можно найти в школьном учебнике астрономии Б. А. Воронцова-Вельяминова.

**) Его описание дано в брошюре С. П. Глазенапа «Солнечное кольцо», во многих учебниках общей астрономии и в популярных книгах.

***) Кроме того, солнечное кольцо можно использовать для определения широты места (см. об этом в брошюре С. П. Глазенапа «Солнечное кольцо», а также в статье С. В. Дроздова «Определение географических координат солнечным кольцом проф. С. П. Глазенапа» в Кратком Астрономическом Календаре на 1953 г., АН УССР).

6. Астрономический календарь

Астрономический Календарь выходит вот уже 75 лет *).

Каждый выпуск Астрономического Календаря содержит два раздела: I. Эфемериды и II. Приложения. В первом разделе даются следующие эфемериды:

1. Эфемериды Солнца и Луны на каждый день года (прямое восхождение и склонение, моменты и азимуты восхода и захода для $\lambda^s=0^h$ и $\varphi=56^\circ$, уравнение времени, видимый радиус Луны, звездное время в гринвичскую полночь), а также справочник наблюдателя, т. е. сведения о многих астрономических событиях (фазы Луны, видимость планет, метеорные потоки и т. д.).

2. Эфемериды планет — подробное описание видимого пути планет среди звезд с приложением карт и таблиц, дающих координаты планет через каждые 15 дней, их угловые диаметры, звездные величины и др.

3. Данные о солнечных затмениях (таблицы и карты).

4. Данные о лунных затмениях.

5. Физические координаты Солнца, Луны, Марса и Юпитера, т. е. угловой диаметр и величины P_0, B_0, L_0 (стр. 314) через каждые пять дней для Солнца, угол P и селенографические координаты центра диска через каждые два дня для Луны, угол P и долготы центрального меридиана через каждые четыре дня для Марса и через восемь дней для Юпитера и Сатурна.

6. Эфемериды спутников Юпитера, дающие конфигурации ярких спутников и таблицы моментов затмений.

7. Эфемериды спутников Сатурна, дающие моменты элонгаций и соединений самых ярких из них — Титана и Япета.

8. Сведения об ожидающихся периодических кометах.

9. Эфемериды нескольких ярких малых планет.

10. Списки, карты и эфемериды некоторых переменных звезд.

11. Эфемериды для определений широты и азимута по Полярной.

Второй раздел (Приложения) содержит, как правило, обзоры успехов астрономии и освоения космоса за предыдущий год, научные статьи и заметки на разнообразные актуальные астрономические темы, исторические заметки в связи с юбилейными датами отечественной и мировой астрономии, а также статьи методического характера, связанные с техникой наблюдений и с теорией и практикой предвычислений различных астрономических явлений. В каждом выпуске Астрономического Календаря помещается библиография, охватывающая литературу по астрономии, геодезии, геофизике и некоторым смежным наукам, вышедшую за предыдущий год. Богатый отдел «Приложения» делает весьма ценными выпуски Астрономического Календаря за предыдущие годы.

*) С 1951 г. он издается в Москве. В последние годы небольшие по объему астрономические календари издавались Академией наук УССР, Московским, Тбилисским (на грузинском языке), Латвийским (на латышском языке) отделениями ВАГО, Тартуской обсерваторией (на эстонском языке). В 1962 г. в изд-ве «Физматгиз» вышла «Постоянная часть Астрономического Календаря» (изд. 5-е).

7. О приметах перемен погоды

Систематически ведущий наблюдения неба, в особенности тот, кто постоянно живет за городом, приобретает опыт в определении изменений погоды по форме облаков, цвету зари, мерцанию звезд и т. д., а также по изменениям показаний барометра. Народные приметы, которые суммируют многовековой опыт наблюдения народа над природой, подчас также могут помочь в предсказаниях погоды. Конечно, приметы погоды зависят и от местных условий.

Ниже приведены некоторые признаки изменений погоды.

I. Признаки наступления устойчивой ясной, сухой погоды, — летом жаркой, зимой морозной:

1. Небо с утра безоблачное, часам к 10 появляются округленные кучевые облака, которые к полудню увеличиваются и заметно поднимаются вверх, а к вечеру вновь исчезают.

2. Барометр показывает высокое давление, в течение нескольких дней медленно повышающееся.

3. Летом днем жарко, ночью прохладно, весной и осенью при такой погоде возможны заморозки. (Народная примета: «Вёдро — летом: днем жарко, к ночи прохладно».)

4. Ночью тихо, днем ветер усиливается, к вечеру затихает. («Дождя не бывает, коль ветер к ночи затихает».)

5. Ночью выпадает сильная роса, в холодные ночи — иней. («Если на траве роса, не жди в этот день дождя».)

6. При длительной засушливой погоде росы обычно не бывает, появление же росы указывает на приток влажного воздуха, т. е. на возможность дождя.

7. Золотистая или светло-розовая заря при заходе или восходе Солнца. («Красный вечер — ясный день».)

8. Звезды мерцают слабо, отливая зеленоватым блеском.

9. Диски Солнца и Луны принимают при закате сильно искаженную форму.

II. Признаки наступления ненастной погоды, — летом прохладной, дождливой, зимой с потеплением, иногда до оттепели, и с возможностью метелей:

1. Барометр падает. Чем быстрее понижается давление, тем скорее наступает ненастье.

2. Если ветер к вечеру усиливается, то наступления ненастной погоды можно ожидать не позже как в течение суток.

3. Летом после ясного дня наступает ночь более теплая по сравнению с предыдущей. Росы нет. («Если утром трава суха, к ночи жди дождя».)

4. Появляются перистые облака, которые заметно передвигаются по небу с юга, юго-запада или запада, редко с северо-запада или севера.

5. Перистые облака переходят в перисто-слоистые, а затем в высокослоистые облака. («Сбежались тучки в одну кучку — дождь будет».)

6. Красная или багрово-красная заря при закате Солнца.

7. Появляются круги (гало́сы) вокруг Солнца или Луны. («Кольца вокруг Солнца — к дождю».)

8. Звезды сильно мерцают. («Звезды играют — зимою к вьюге, а летом к холоду».)

III. П р и з н а к и в о з м о ж н о й г р о з ы:

1. Если с утра появляются кучевые облака, которые во вторую половину дня начинают расти и принимают форму высоких башен или наковальни, можно ожидать грозы с ливнем или градом.

2. Днем жарко и душно.

3. Если в теплый и душный вечер небо затягивается сплошными облаками, можно ожидать ночной грозы.

4. Ясная слышимость отдаленных и слабых звуков или необыкновенно сильное мерцание звезд (в особенности к утру) указывает на возможность грозы и осадков.

5. Быстрое падение барометра — к буре.

ГЛАВА V

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

В этой главе даются указания по проведению тех сравнительно простых астрономических наблюдений, которые, с одной стороны, доступны любителям, так как не требуют больших инструментов, и, с другой стороны, могут представить определенный научный интерес *). Мы не касаемся здесь таких простейших задач, как, например, определение полуденной линии, измерение полуденной высоты Солнца, определение наибольшей высоты Луны в меридиане, наблюдения за перемещениями планет, составляющих предмет практических занятий при прохождении школьного курса астрономии. Эти учебные наблюдения и их обработка полезны для знакомства с методикой и для выработки навыков научной работы. Мы предполагаем, что читатель достаточно хорошо знаком со звездным небом, умеет найти на небе основные точки и линии небесной сферы и использовать содержание предыдущих глав для ориентировки в астрономических явлениях.

1. Наблюдения Солнца

Речь идет о наблюдениях явлений, происходящих на поверхности Солнца — о солнечных пятнах, факелах, факельных полях и гранулах. Наблюдения протуберанцев, а тем более короны, требуют специальных приборов. Систематическое наблюдение явлений, происходящих на поверхности Солнца, которое часто называют «Службой Солнца», имеет большое практическое значение в свете установленной связи их с явлениями в земной атмосфере и, в частности, с состоянием электромагнитного поля Земли. В периоды максимума числа солнечных пятен учащаются и усиливаются грозы, более интенсивны полярные сияния. Магнитные бури влияют на условия прохождения радиоволн, в особенности коротких, создавая радиопомехи, ухудшая слышимость радиопередач. Изучение солнечных явлений может дать возможность предвидеть и предсказывать явления в земной атмосфере (например, прогнозировать «радиопогоду»).

*) См. в Циркуляре ВАГО № 14 (1967) материалы совещания Астрономической секции Центрального Совета ВАГО о программе организации разных видов научной работы отделений Общества.

Визуальные наблюдения Солнца. Наблюдения Солнца можно вести непосредственно через окуляр, снабженный темным стеклом, либо (что предпочтительнее) с помощью так называемого *солнечного экрана* (без темного стекла). На объектив трубы больших и средних размеров можно надеть диафрагму (крышку с круглым отверстием) диаметром в $1/3$ диаметра объектива. Для наблюдений Солнца диаметр объектива трубы не играет роли: Солнце дает достаточно света. Важнее фокусное расстояние трубы, так как чем оно больше, тем большее

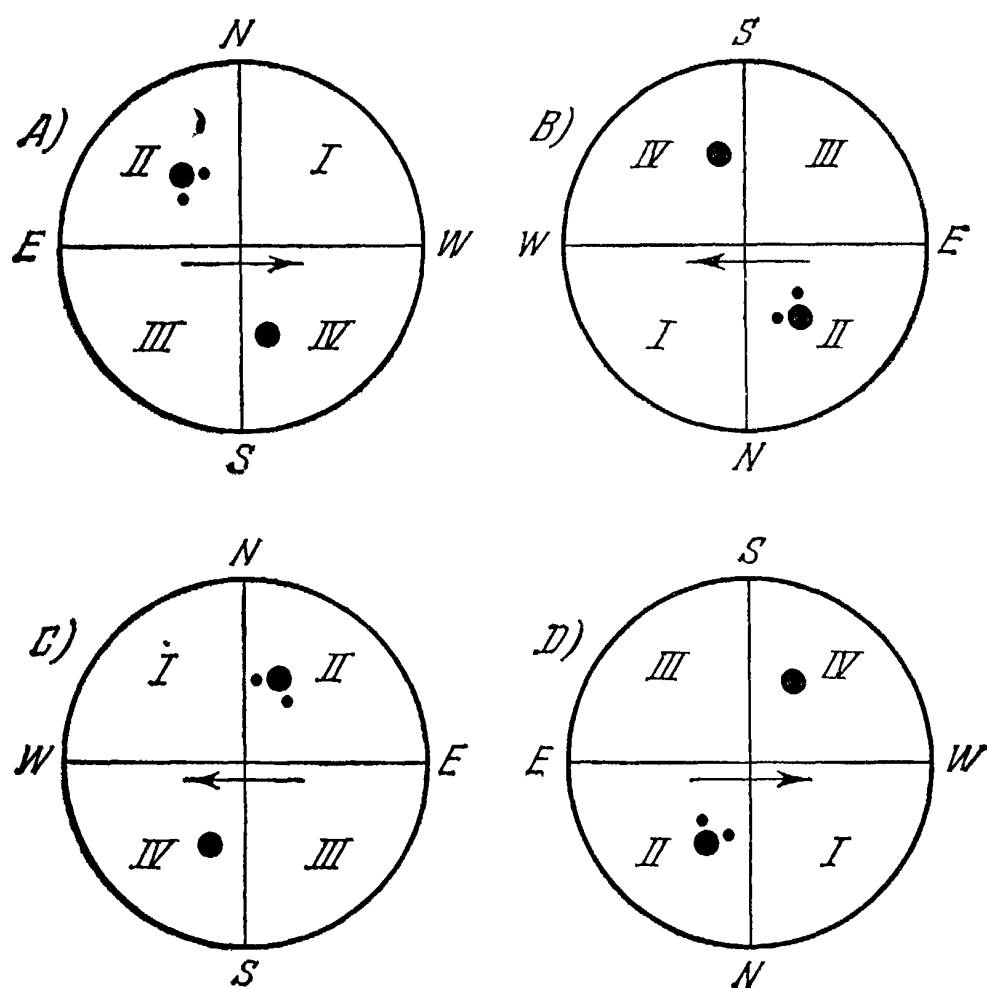


Рис. 205. Ориентация изображения Солнца: А — при наблюдении невооруженным глазом, В — при наблюдении в телескоп, С — на экране при астрономическом окуляре, D — на экране при земном окуляре. Стрелка показывает направление вращения Солнца.

изображение Солнца можно получить *). На рис. 205 показана ориентация изображения Солнца при наблюдении невооруженным глазом, в астрономическую трубу и при проецировании на экран.

Нужно особенно позаботиться о защите глаз от яркого света Солнца и тщательно подобрать темное стекло. При некоторых астрономических трубах иногда имеется особый *солнечный окуляр*. В нем изображение Солнца ослабляется посредством отражения от грани стеклянной клиновидной призмы. Очень удобна так называемая *пентапризма* (рис. 206) небольших размеров, которая монтируется в трубе перед окуляром. В сочетании со слабым темным (дымчатым) стеклом она дает очень ослабленную картину солнечной поверхности.

В случае наблюдений с солнечным экраном надо на трубе иметь стержень длиной 35—40 см, к которому жестко прикрепить перпенди-

*) Диаметр изображения Солнца в см в фокусе трубы приблизительно равен фокусному расстоянию телескопа в м.

кулярно к оптической оси диск — столик диаметром в 15—20 см (рис. 207). На него сквозь окуляр проецируют изображение Солнца желаемого размера: чем ближе экран к окуляру, тем меньше будет размер изображения. Установив экран на нужном расстоянии, передвижением окуляра добиваются наибольшей резкости изображения диска Солнца. Если этого не удастся добиться фокусировочным перемещением окулярной части, то приходится менять окуляр. На столике

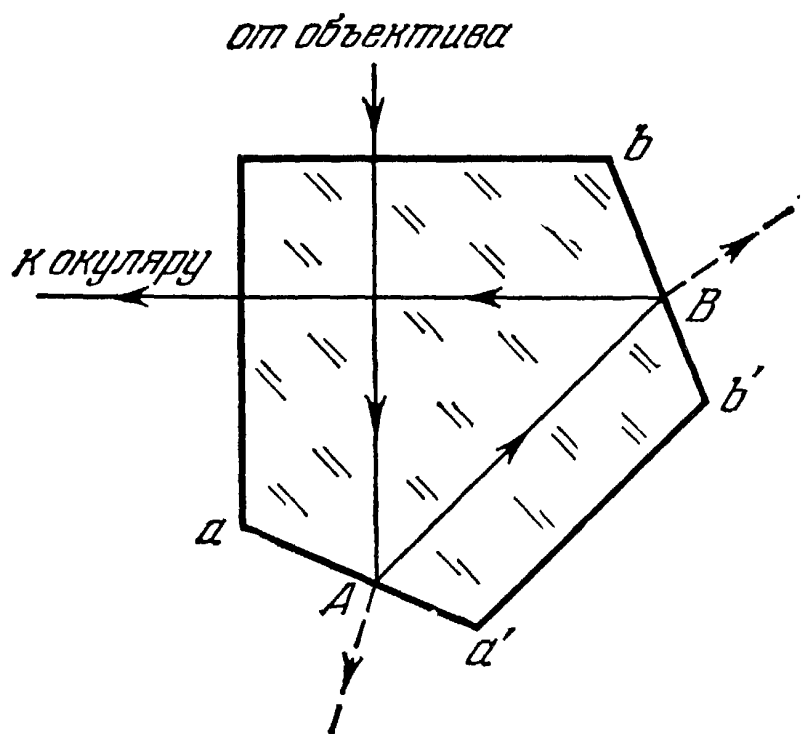


Рис. 206. Пентапризма для солнечных наблюдений. В точках *A* и *B* значительная доля лучей уходит из призмы, преломившись на гранях *aa'* и *bb'*.

надо укрепить лист бумаги, на котором заранее следует нарисовать окружность — контур изображения Солнца желаемой величины (например, диаметром 10 см, как это принято во многих Службах Солнца). Чтобы по возможности оградить экран от рассеянного света и тем самым усилить контрастность изображения, надо на объективном конце трубы укрепить лист картона. На рис. 190 была показана схема укрепления солнечного экрана на менисковом телескопе.

Зарисовки Солнца должны точно изображать положение и форму пятен, факелов и факельных полей. Наблюдатель, аккуратно совместив

края изображения Солнца с заготовленным кружком, острым, но мягким карандашом наносит расположение пятен, стараясь правильно передать их размеры и интенсивность (черноту), но отнюдь не заботясь о художественной «отделке» и «законченности» рисунка. Выявлению

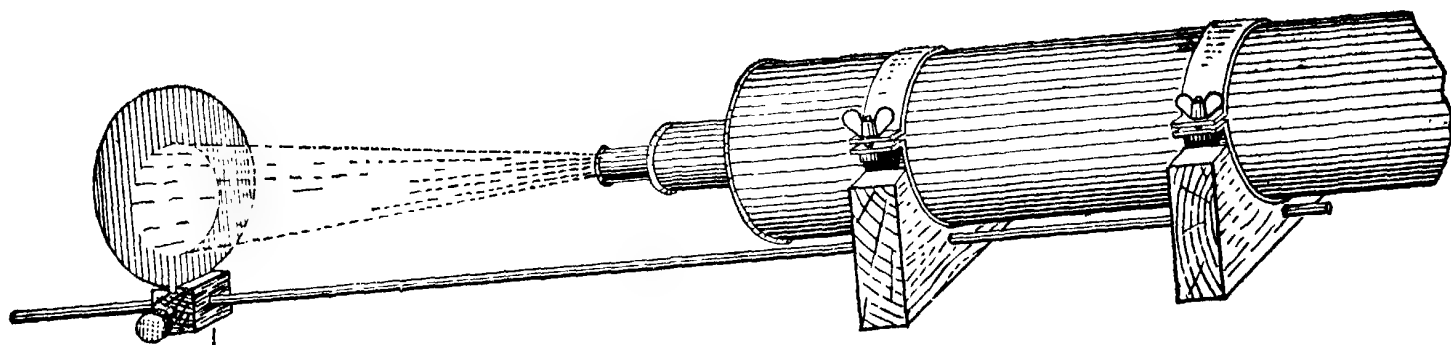


Рис. 207. Солнечный экран.

маленьких пятен, лишенных полутени (так называемых *пор*), помогает следующий прием. Надо изготовить небольшую лопаточку (наподобие ракетки для настольного тенниса) из тонкого картона, на которую с одной стороны наклеить хорошую белую бумагу, желательно глянцевую (например, незасвеченную отфиксированную фотографическую бумагу). Положив этот дополнительный экранчик на основной, надо передвигать его взад и вперед вдоль экрана. Самые мелкие поры выявляются при этом лучше, чем при рассматривании на неподвижном экране. С другой стороны этой лопаточки можно наклеить шкалу

солнечных пятен (рис. 208) для определения общей площади всех пятен (включая и их полутени).

Каждую зарисовку должна сопровождать подробная запись, содержащая число и поясное время наблюдения (до десятой доли часа), номер по порядку, обозначение группы пятен или отдельного пятна *), число пятен в группе, величину площади, занимаемой пятном или

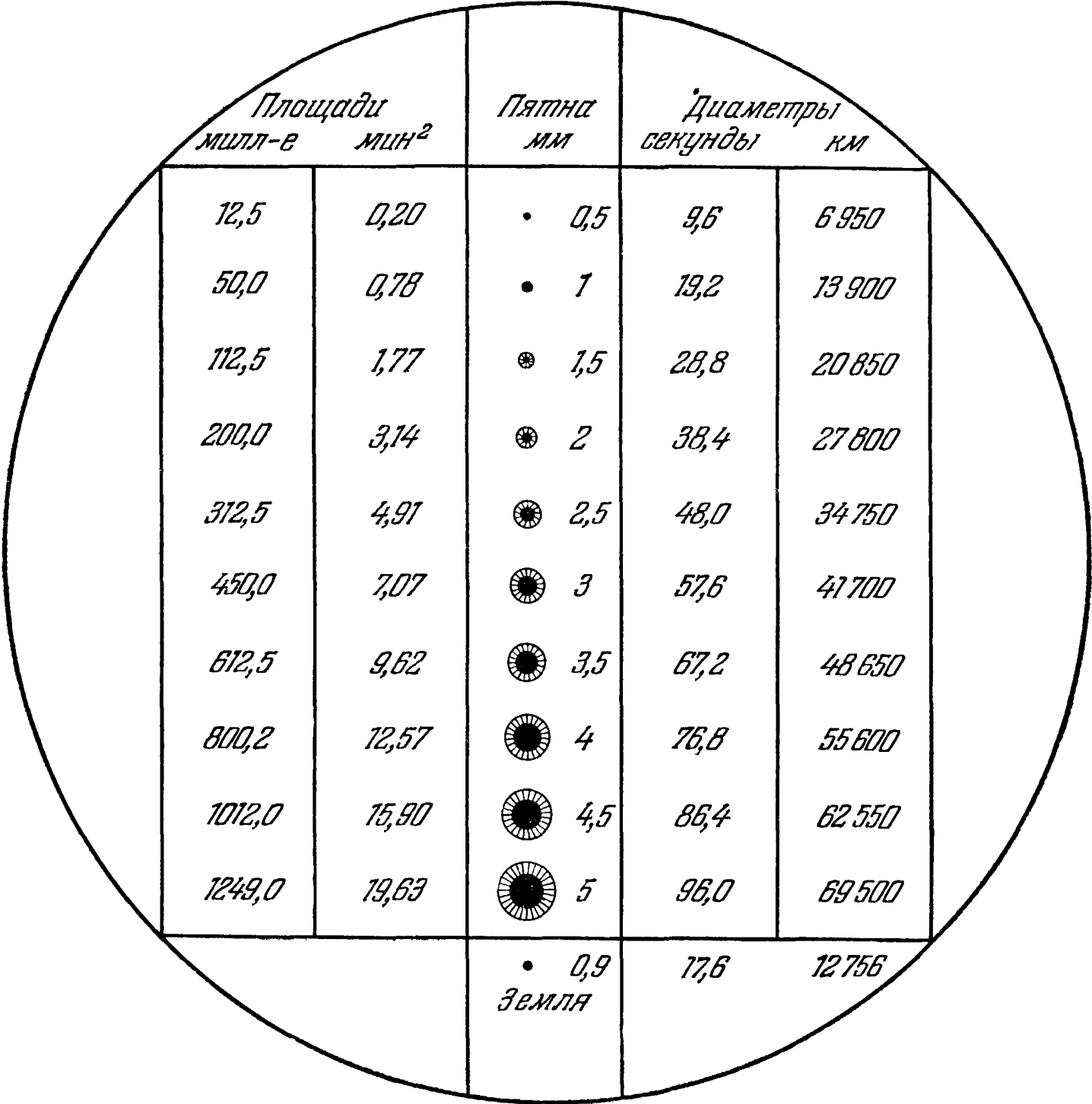


Рис 208. Шкала солнечных пятен (в первом столбце — площадь пятна в миллионных долях видимой площади Солнца)

сумма площадей пятен, входящих в состав группы, цифровое обозначение качества изображений (например, по пятибалльной шкале: 1 — очень плохое, —5 — отличное). Площадь пятна (включая площадь окружающей его полутени) определяется сравнением со шкалой (см. рис. 208), на которой изображены пятна круглой формы различной площади, выраженной в миллионных долях площади солнечного диска. В площадь группы входят также участки полутени, не имеющие ядер. Отдельные, наиболее интересные группы пятен надо зарисовать

*) Полезно отмечать особым обозначением пятна и группы, проходящие центральный меридиан. Именно они в первую очередь вызывают возмущения магнитного поля Земли. Пятна и группы, появившиеся среди диска, также надо особо отмечать и следить за их развитием.

в большем масштабе (глядя сквозь темное стекло прямо в окуляр), чтобы следить за ходом развития группы ото дня ко дню.

При перемещении круглого пятна ближе к краю Солнца оно становится эллипсом, а полутень — асимметричной — шире к краю диска, уже — к его центру. Это так называемое явление Вилсона (рис. 209). Создается впечатление, что пятно с полутенью похоже на воронку (наклонные стенки воронки — это полутень). Определение того места дис-

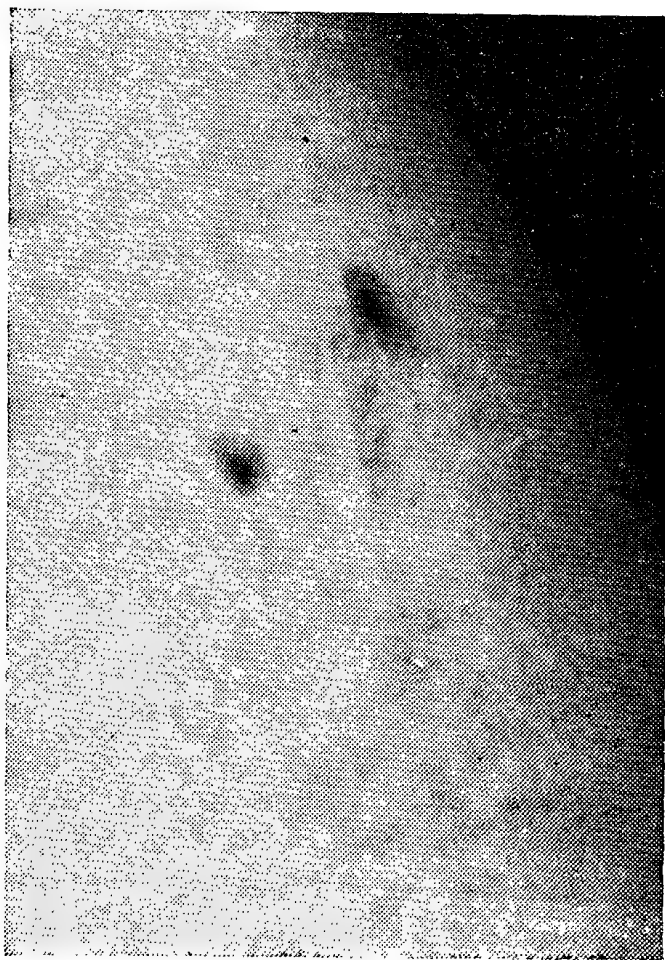
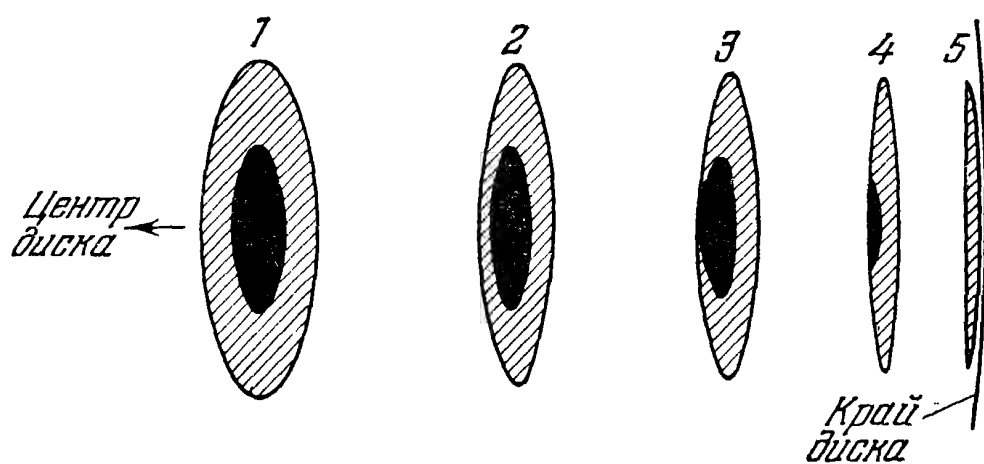


Рис. 209. Искажение формы солнечных пятен близ края (явление Вилсона). Снимок А. С. Фомина (ЛОВАГО) с самодельным телескопом Кассегрена (главное зеркало 123 мм).

ка, где полутень со стороны центра диска исчезает, дает возможность определить глубину «воронки» солнечного пятна. Площадь пятна, форма которого искажена явлением Вилсона, определяется сравнением шкалы рис. 208 с наибольшим диаметром (большой осью) эллипса.

Чтобы всегда иметь представление о масштабе рисунков, надо на общем схематическом рисунке Солнца, полученном на экране, отметить границы той части поверхности, которая изображена на более подробном рисунке, сделанном при непосредственном наблюдении в телескоп. На всех рисунках должно быть указано направление суточной параллели. Для этого надо, отметив точкой положение какой-

Можно использовать следующую классификацию пятен и их групп:

I. Одиночная пóра.
II. Группа пор.
III. Одиночное пятно.
IV. Одиночное пятно с пóрами.

V. Биполярная*) группа с большим головным пятном.
VI. Биполярная группа с малым пятном впереди.
VII. Биполярная группа с близкими по величине пятнами.

VIII. Многоцентровая группа пор.
IX. Многоцентровая группа пятен.
X. Особые случаи.

*) Состоящая из двух пятен противоположной магнитной полярности.

нибудь поры или пятна, дать возможность его изображению сместиться суточным движением и через некоторое время (минуты через $1\frac{1}{2}$) вновь отметить на рисунке его положение. Соединяя эти отметки прямой линией, получаем направление суточной параллели. Это определение направления параллели лучше провести два раза — до и после зарисовки. При наблюдениях в последующие дни обозначение групп (например, заглавными буквами латинского алфавита или цифрами) надо сохранить *).

Так как видимое вращение Солнца происходит с синодическим периодом $27^d,275$ (для экваториальных зон), то пятно, появившееся у восточного края Солнца, будет постепенно двигаться на запад, пока не скроется за западным краем Солнца. Некоторые пятна неожиданно возникают в каком-нибудь месте диска Солнца, а другие, наоборот, исчезают, не достигнув западного края. Бывали случаи, когда одно и то же пятно наблюдалось в течение двух-трех оборотов Солнца. Вообще же они исчезают быстрее. Все это необходимо отмечать в журнале наблюдений.

Одной из характеристик пятнообразовательной деятельности Солнца служит *относительное число Вольфа* W , пропорциональное удвоенному числу групп g плюс общее число пятен f :

$$W = k(10g + f), \quad (82)$$

где k — коэффициент, величина которого зависит от наблюдателя и от инструмента и позволяет сравнивать между собой наблюдения, произведенные в различных условиях. При этом необходимо иметь в виду, что каждое ядро, отделенное от другого ядра полутенью, а также отдельные поры, считаются за пятна. При счете групп отдельное пятно и даже отдельная пора также считается за группу.

Числа Вольфа, полученные из наблюдений на инструментах различной силы, надо приводить к одним условиям, например, сравнивая ряды параллельных наблюдений. В Цюрихе (Швейцария) находится Центральное бюро Международной Службы Солнца, в котором производят сводку всех наблюдений Солнца, а затем публикуют величины W на каждый день, средние значения за каждый месяц, и, наконец, средние годовые W (см. табл. 21). Для самой Цюрихской Службы Солнца коэффициент k равняется единице. В СССР подобные сводки составляют Служба Солнца Пулковской обсерватории и Отдел Солнца МОАГО. Сопоставив свои данные с их материалами, наблюдатель сможет оценить величину k для своих наблюдений.

Ось вращения Солнца наклонена под углом $82^\circ 45'$ к плоскости земной орбиты. Поэтому в разные времена года различно расположение солнечного экватора и полюсов на диске Солнца (рис. 210).

Для определения положения деталей на Солнце служат *гелиографические координаты* — гелиографические широты и долготы. Широты β отсчитываются от солнечного экватора к полюсам, положи-

*) Во многих Службах Солнца ведут сплошную нумерацию групп с начала года.

тельные — к северу. Долготы λ отсчитываются от условного *нулевого меридиана Кэррингтона*. Он прошел через восходящий узел экватора *) Солнца 1 января 1854 г. в 12^h 0^m среднего гринвичского времени (юлианская дата J. D. 2 398 220,0) и движется с угловой скоростью 14°,1844 в сутки (звездный период обращения 25^d,380). Условились считать за первый оборот Солнца тот, который начался 9 ноября 1853 г. в момент совпадения меридиана Кэррингтона с центральным меридианом Солнца в Гринвиче. Гелиографическая долгота отсчитывается от меридиана Кэррингтона в направлении вращения, т. е. на запад.

Гелиографические координаты деталей меняются со временем как в силу разной скорости вращательного движения разных зон Солнца (рис. 211), так и от того, что солнечные пятна сами немного смещаются по поверхности. Эти координаты определяются следующим образом.

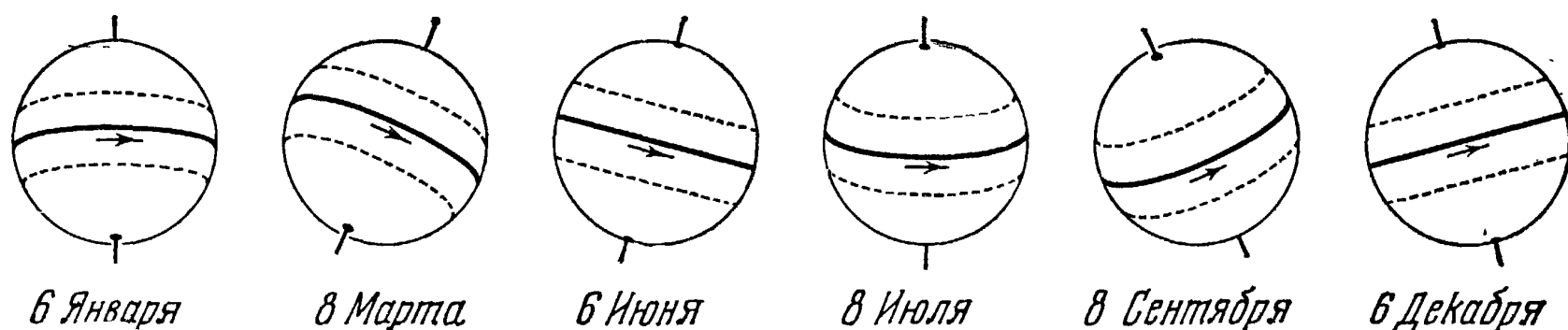


Рис 210 Положение оси вращения Солнца и солнечного экватора в различные моменты года.

Проведя через центр изображения диска Солнца перпендикуляр к направлению суточной параллели, получаем направление круга склонения. В табл. 39 помещены величины B_0 и P_0 , которые дают возможность провести на рисунке направление оси вращения Солнца и наметить его экватор: B_0 есть гелиографическая широта центра видимого диска Солнца, а P_0 — угол оси вращения Солнца с кругом склонения (плюс — к востоку от северной точки круга склонений, пересекающего лимб Солнца, минус — к западу). Отложив этот угол P_0 на рисунке, получим направление оси вращения Солнца. Эта линия разделит изображение Солнца пополам и совпадет с центральным меридианом Солнца. Приложив к рисунку Солнца ортографическую сетку (см. Приложение VII) и совмещая ее центральный меридиан с осью вращения, считываем с сетки координаты b' и l' интересующей нас детали. После этого надо ввести поправки Δb и Δl , учитывающие наклон оси вращения Солнца.

Таким образом,

$$\beta = b' + \Delta b, \quad l = l' + \Delta l,$$

где

$$\Delta b = B_0 \cos l', \quad \Delta l = B_0 \sin l' \operatorname{tg} b'.$$

Окончательно гелиографическая долгота λ будет равна

$$\lambda = l + L,$$

*) Точка пересечения экватора Солнца с плоскостью эклиптики. Долгота восходящего узла равна $73^\circ 40' + (T - 1850) \cdot 0',8375$, где T — текущий год.

где L — гелиографическая долгота центрального меридиана относительно меридиана Кэррингтона. Если λ получится больше 360° , надо вычесть 360° , если λ получится отрицательной, — прибавить 360° . Величины L помещаются в разделе «Физические координаты» в астрономических ежегодниках. Для облегчения вычислений поправок Δl и Δb помещаем вспомогательные таблицы 40 А и 40 Б.

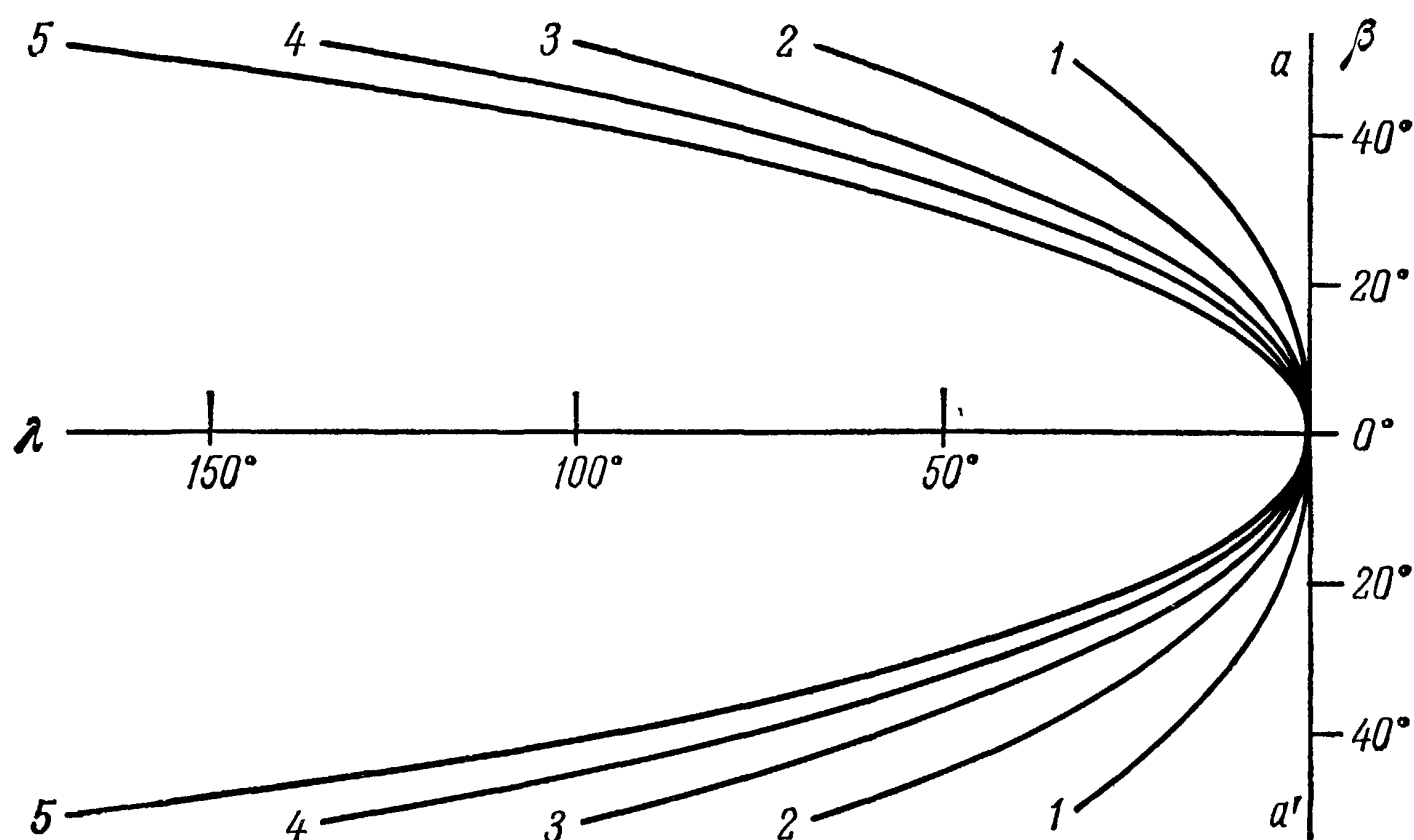


Рис. 211. Изменение формы линии aa' , совпадавшей с центральным меридианом, через 1, 2, 3, 4 и 5 оборотов Солнца вследствие увеличения периода вращения с гелиографической широтой β (схема).

Величина Δb находится по аргументам B_0 и l' (табл. 40Б), а Δl из табл. 40А по b' и A (A находится из табл. 40Б по B_0 и $90^\circ - l'$).

Положение пятен на солнечном диске можно также определить с помощью проволочного микрометра (стр. 295). С этой целью отмечаем, помимо моментов исчезновения и появления самих пятен за проволокой, также моменты исчезновения и появления обоих краев солнечного диска. Наблюдения производим на экране, отмечая моменты исчезновения и появления одного края, затем по очереди наиболее заметных пятен, и, наконец, другого края. После этого поворачиваем окуляр на угол, приблизительно равный 90° , и повторяем наблюдение. Выполним несколько таких полных наблюдений, состоящих из двух серий отсчетов при двух положениях проволоки.

Если обозначить через t_1 и t_2 средние из моментов исчезновения и из моментов появления первого и второго края, то $T = \frac{1}{2}(t_1 + t_2)$ будет моментом прохождения центра солнечного диска через середину проволоки, а позиционный угол N проволоки получим из выражения

$$15 \cos \delta (t_2 - t_1) = 2r'' \sec N,$$

где δ — склонение Солнца, а r'' — видимый радиус Солнца. Координаты отдельных солнечных пятен на солнечном диске (ось x направлена на запад, а ось y на север) получим из двух уравнений с двумя неизвестными следующего вида:

$$x_i - y_i \operatorname{tg} N_1 = 15 (\tau_i - T_1) \cos \left(\frac{\delta}{r''} \right),$$

$$x_i - y_i \operatorname{tg} N_2 = 15 (\tau'_i - T_2) \cos \left(\frac{\delta}{r''} \right),$$

где x_i и y_i — координаты i -го пятна, τ_i и τ'_i — средние из моментов исчезновения и появления этого пятна при одном и другом положении проволоки.

Угол N — положительный, если проволока расположена с северо-востока на юго-запад, и отрицательный, если нить расположена с северо-запада на юго-восток. Координаты x_i и y_i выражены здесь в единицах радиуса солнечного диска. Переход от этих координат к координатам гелиографическим может быть сделан либо графически, как это было рассказано выше, либо путем вычислений по следующим формулам:

$$\begin{aligned}\sin \beta &= (x \sin P_0 + y \cos P_0) \cos B_0 + \sqrt{1 - x^2 - y^2} \sin B_0, \\ \sin l &= (x \cos P_0 - y \sin P_0) \sec \beta^*).\end{aligned}$$

Наблюдения факелов. Факелы и факельные поля также являются активными областями солнечной поверхности, и их прохождение через центральную часть диска нередко сопровождается магнитными бурями на Земле. Факелы лучше всего видны ближе к краям солнечного диска (до расстояния 0,3—0,4 радиуса от края диска). Большей частью они окружают солнечные пятна, хотя иногда видны и вдали от пятен. Необходимо зарисовывать форму и расположение факельных полей и следить за их изменением. Регистрацию ведут отдельно по западному и восточному краям, оценивая интенсивность в произвольной (например, трехбалльной) шкале. Результаты наблюдений факелов записывают в таблицу, указывая дату, время, номер соответствующего рисунка Солнца, координаты факела или центра факельного поля β и λ , протяженность поля по широте $\Delta\beta$ и долготе $\Delta\lambda$ **), тип и интенсивность, качество изображений.

По своему внешнему виду факелы и факельные поля разделяются на следующие три группы:

I. Сплошной факел без особой структуры — светлое пятно или группа светлых пятен.

II. Волокнистый факел нитевидной формы.

III. Точечный факел. Факельное поле в этом случае покрыто светлыми точками.

Очень редко довольно далеко от края Солнца можно заметить яркие точки, выделяющиеся на фоне фотосферы, — это *фотосферные извержения (эрупции)*. Обычно они видны заметно лучше в монохроматическом свете, особенно в лучах линии водорода H_α . Регистрация их очень важна. Надо точно отметить начало и конец этого весьма кратковременного явления.

Фотографические наблюдения Солнца. Любитель, искушенный в фотографии, может попробовать получить фотографию Солнца со всеми деталями его поверхности. Основная трудность заключается в том, чтобы осуществить очень короткую выдержку. Солнце дает так много света, что даже при диафрагмированном (однако, не больше чем до 0,3 диаметра) объективе и самых малочувствительных фотопластинках (диапозитивных) выдержка должна быть порядка 1/100—1/300 секунды. Выгодно для этого употребить шторный затвор.

*) Добавление, сделанное переводчиком «Справочника» на польский язык Ф. Кёбкэ.

**) Получаются как разность широт самой северной и самой южной точек поля и разность долгот самой западной и самой восточной точек.

При столь короткой экспозиции часовой механизм трубы излишен, так же, впрочем, как и параллактическая установка.

Для фотографирования надо изготовить маленькую фотокамеру, в которой объективом будет служить окуляр трубы, а кассета с фотопластинкой должна находиться на некотором расстоянии позади него. Фотокамеру выгоднее укрепить на подвижной части окулярного конца, чтобы передвижением одного лишь окуляра можно было фокусировать изображение Солнца. Камера должна быть светонепроницаемой и вычерненной изнутри. Размеры и устройство кассетной части надо согласовать с величиной получающегося изображения. Первоначальную фокусировку можно произвести на глаз по матовому стеклу, но точную надо проводить фотографически, получая снимки при разных установках окуляра в пределах 1 мм в обе стороны от визуального

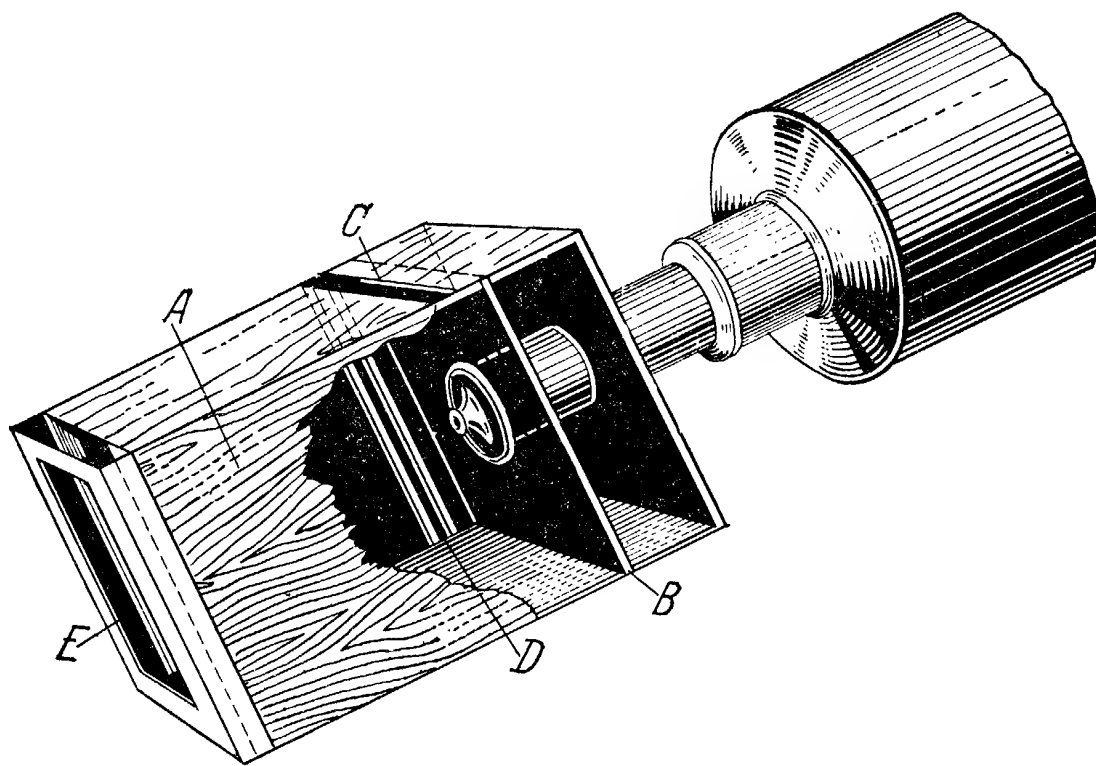


Рис. 212. Окулярная камера: А — камера, укрепленная на окулярной трубке, В — передняя перегородка, С — щель с пазами D для укрепления моментального затвора, Е — паз для матового стекла или кассеты.

фокуса. Моментальный затвор надо поместить между окуляром и пластинкой (рис. 212). О других конструкциях астрокамер см. книгу В о к у л е р а и Т е к с е р о «Фотографирование небесных тел».

Для ориентирования фотографий Солнца надо перед кассетой укрепить нить и вечером получить фотографию какой-нибудь яркой звезды при неподвижной трубе. Тогда на фотографии получится черный след от суточного движения звезды и светлый след нити на пластинке, несколько завуалированной светлым фоном неба. Угол между этими следами надо точно измерить и учитывать при ориентировке фотографий Солнца. Конечно, камеру надо укреплять на трубе всегда строго одинаковым образом, для чего на трубе и на камере надо сделать соответствующие метки. Иногда приходится брать более толстую нить, чтобы получить более отчетливый след ее на пластинке.

Перед проявлением необходимо в темноте простым (не химическим!) карандашом отметить на фотографическом слое дату и номер снимка. Все данные о фотографировании надо записать в журнал наблюдений.

Материалы наблюдений Солнца надо направлять время от времени (например, ежемесячно) в Службу Солнца Главной астрономической обсерватории АН СССР (Пулковской), либо Отделу Солнца МОАГО. Надо указать свое имя, отчество, фамилию, адрес, дать подробные сведения об использованном инструменте; отметить качество изображений для каждого наблюдения. Чем подробнее будут сведения о наблюдениях, тем больше пользы можно будет извлечь из присланных материалов.

Наблюдения солнечных затмений. Возможными объектами наблюдений могут быть: солнечная корона (в особенности внутренняя)

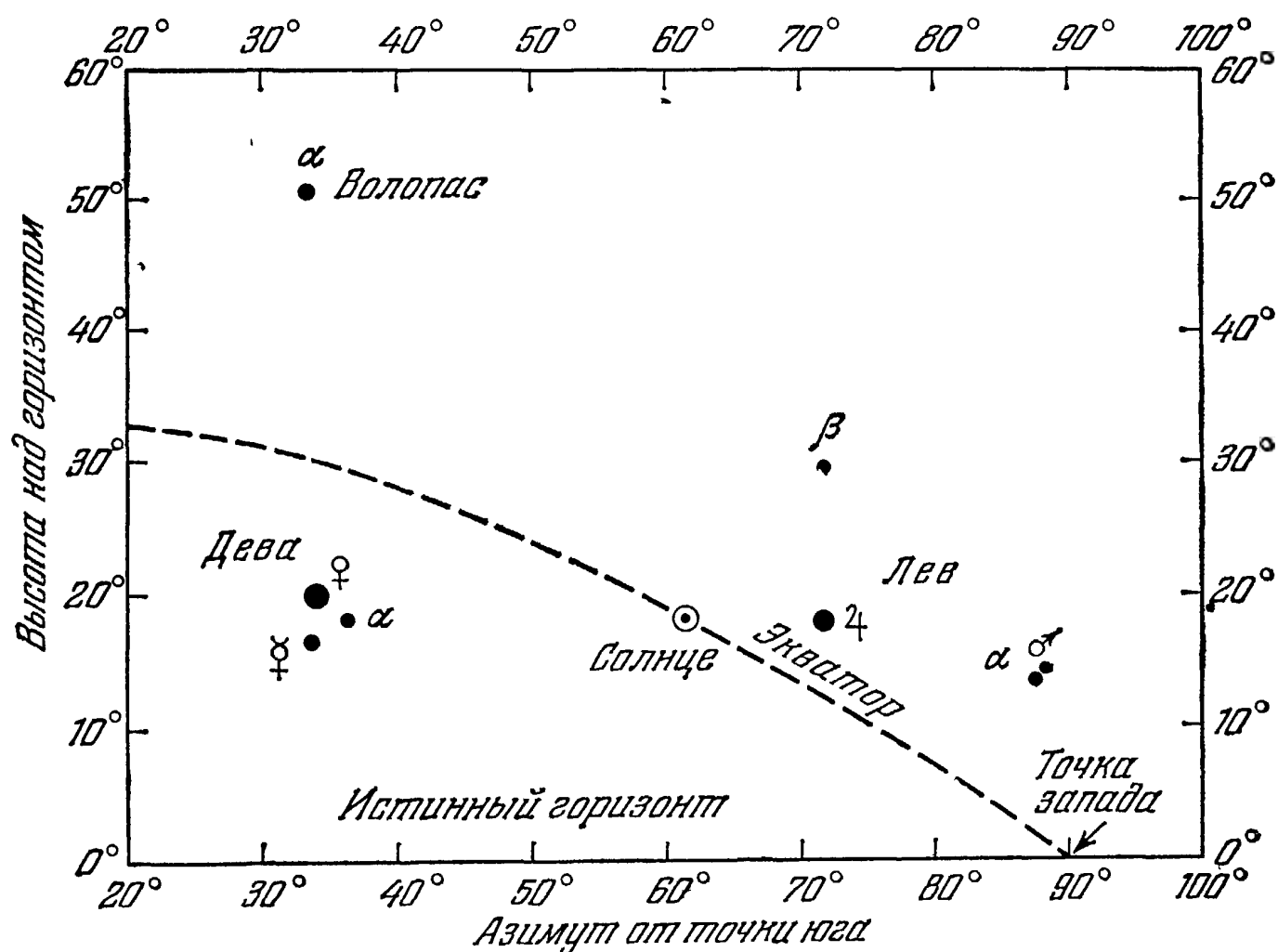


Рис. 213. Пример карты окрестностей Солнца во время полного солнечного затмения.

с деталями ее структуры — лучами, дугами, струями. Желательно получить рисунок (по возможности цветной). Имея в виду малую продолжительность фазы полного затмения, можно сосредоточить внимание на каком-нибудь секторе короны, дав его точную ориентировку относительно суточной параллели.

Полезно заранее потренироваться в таких зарисовках, имея перед глазами на короткое время фотографию короны или диапозитив. Изготовив заранее из тонкой проволоки сетку, в которой ряд радиусов соединен concentрическими окружностями, имеющими радиусы 1, 2, 3 радиуса солнечного диска, можно будет уверенно фиксировать расположение и протяженность различных деталей короны. Иногда советуют рисовать мелом на черной бумаге (например, оберточной от фотома-териалов). Без защитного темного стекла смотреть на Солнце можно

только после исчезновения последнего луча и до появления первого луча после затмения! Советуют один глаз до наступления полной фазы подержать в темноте (но не прижимать к нему ничего!). Он тогда окажется способным заметить более слабые детали короны. Можно попытаться сфотографировать весь ход затмения (сдвигая кассету между экспозициями). Во время съемки частных фаз надо учесть все сказанное на стр. 316 о фотографировании Солнца. Фотографирование полной фазы, т. е. получение снимка короны, требует высокочувствительных пластинок и экспозиций порядка секунд, что для длиннофокусного телескопа возможно только при наличии часового механизма. Для фотографирования внутренней короны достаточны экспозиции порядка 0,1 секунды, что можно сделать и без часового механизма. Пластинки должны иметь противоореольный слой.

В момент полной фазы (и даже несколько раньше и после нее) надо сравнить вид звездного неба с приготовленной картой окрестностей Солнца, на которой надо заранее отметить положение внутренних планет. Может оказаться, что в окрестностях закрытого Луной диска Солнца будет открыта новая комета, вне затмения скрывающаяся в лучах Солнца. Пример такой карты представлен на рис. 213.

2. Наблюдения Луны

Луна представляет собой очень интересный объект для наблюдений. Отсутствие на ней атмосферы делает тени резкими, что при косом освещении подчеркивает все особенности рельефа.

Прилагаемая карта (Приложение I) поможет любителю, обладающему телескопом средней силы, в первоначальном знакомстве с особенностями лунной поверхности. Для углубленного изучения, которое требует более сильных инструментов (позволяющих использовать увеличения в сотни раз), понадобятся более подробные атласы и карты Луны, которых за последнее время издано немало.

Очень интересны следующие наблюдения:

1. Наблюдения изменений вида лунных образований с фазой Луны. Эти изменения обусловлены различием в условиях освещения Солнцем, а также в положении тех или иных деталей относительно земного наблюдателя вследствие либрации Луны. По форме теней от гор и по изменениям этих теней можно судить об истинном строении тех гор, которые мы всегда видим лишь сверху. Иногда наблюдаемые изменения вида детали лунной поверхности могут свидетельствовать об ее действительных изменениях. Особенно ценны патрульные наблюдения отдельных кратеров (например, Альфонс, Аристарх), в которых иногда заметны извержения газов.

Однако следует помнить, что на Луне действует очень мало причин, которые могут вызвать подлинные изменения ее поверхности. А изменения освещения, в сочетании с действием либраций, могут заметно менять облик той или иной детали лунного диска.

2. Изучение кратерных цепочек, которые могут выявиться при особых условиях освещения.

3. Определение окрашенности различных мест на Луне (особенно в «морях») и изменений окраски. Эти наблюдения требуют некоторого опыта, так как на первый взгляд поверхность Луны представляется однотонной. Для наблюдений различной окраски полезно употреблять светофильтры: красный, синий, зеленый, фиолетовый *).

При зарисовках деталей лунной поверхности необходимо указывать время зарисовки, чтобы можно было потом определить положение терминатора и условия освещения (высоту Солнца над горизонтом данного места на Луне).

Для указания места на Луне пользуются *селенографическими координатами*: долготой λ **) и широтой β . Эту систему можно изобразить в *ортографической проекции*, когда меридианы представляются полуэллипсами, а параллели — прямыми линиями (рис. 214).

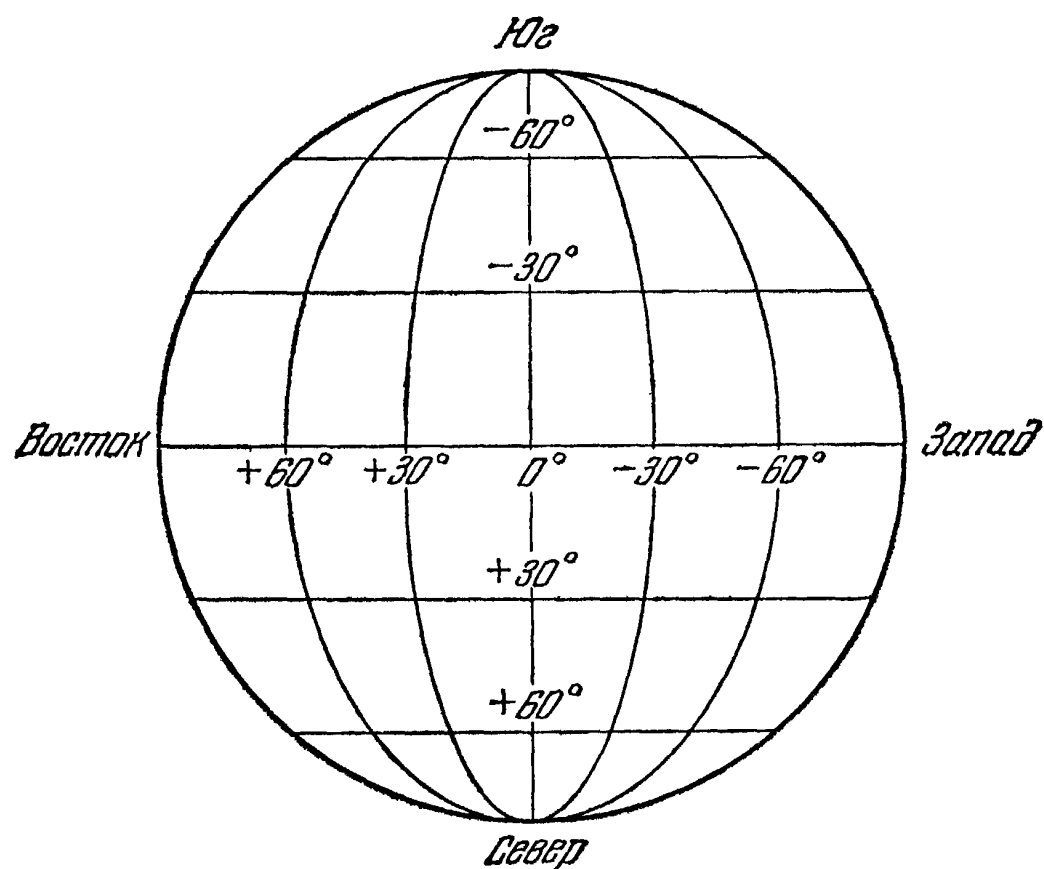


Рис. 214. Селенографические координаты (с 1961 г. запад и восток поменяли местами, чтобы не создать неудобств для будущих космонавтов на Луне).

Можно также воспользоваться описанной выше сеткой для наблюдения Солнца (Приложение VII) и по данным из Астрономического Ежегодника или АК о физических координатах Луны (α_0 — селенографическая долгота, β_0 — широта центра диска Луны в данный момент и P — позиционный угол центрального меридиана) соответственным образом ориентировать сетку относительно изображения Луны и измерять координаты деталей по этой сетке.

*) О методике таких наблюдений см. статью А. М. Бахарева в Бюллетене ВАГО, № 1, 1939.

**) Для удобства космонавтов, высадившихся на Луне, восточная долгота отсчитывается от нулевого меридиана, так же как и на Земле (в направлении вращения). Для земного же наблюдателя восточные селенографические долготы располагаются на запад от нулевого меридиана, западные — на восток.

Долготы на Луне отсчитываются от *нулевого меридиана*, который делит диск Луны пополам при либрации по долготе, равной нулю *) (положительные долготы — к востоку, отрицательные — к западу). Положительные широты отсчитываются к северу от лунного экватора, отрицательные — к югу.

Долготу терминатора на любой час любого дня ближайших десяти лет можно вычислить с помощью табл. XXVII — XXIX. Величина смещения терминатора вдоль лунного экватора дана в табл. XXVII. Для определения долготы терминатора в какой-нибудь момент надо

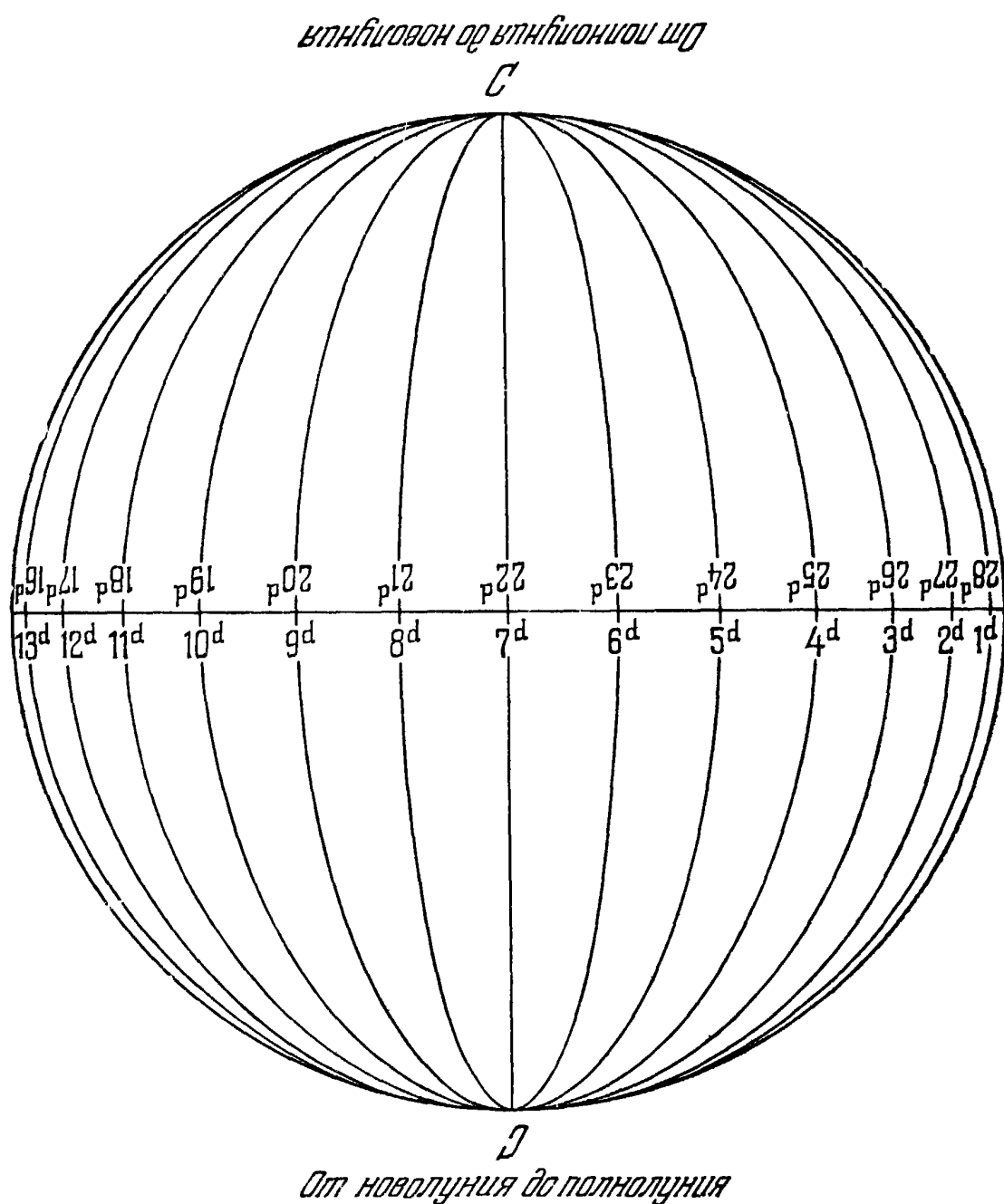


Рис. 215. Примерный вид различных фаз Луны (указан возраст Луны в днях; см. табл. 16).

из долготы, данной в табл. XXVIII для 1 марта текущего года, в ы ч е с т ь число, взятое для нужной даты интерполированием по табл. XXIX. Если долгота, взятая из табл. XXVIII, меньше числа табл. XXIX, то к ней следует прибавить 360° . Результат дает:

1) восточную долготу у т р е н н е й границы, если он заключен между 0° и 90° ;

2) дополнение до 180° от западной долготы в е ч е р н е й границы, если он заключен между 90 и 180° ;

*) Иначе: начальный меридиан совпадает с центральным; тогда Луна находится одновременно на линии узлов и на линии апсид лунной орбиты.

Таблица XXVII

Смещение линии лунного терминатора в течение суток

Протекшее время	1 ^h	2 ^h	4 ^h	6 ^h	8 ^h	10 ^h
Среднее изменение долготы терминатора	+0°,51	+1°,02	+2°,03	+3°,04	+4°,05	+5°,06
Протекшее время	12 ^h	14 ^h	16 ^h	20 ^h	24 ^h	
Среднее изменение долготы терминатора	+6°,09	+7°,10	+8°,12	+10°,14	+12°,15	

Таблица XXVIII

Положение терминатора в 0^h мирового времени 1 марта

Год	λ	Год	λ	Год	λ	Год	λ
1965	294°,9	1969	304°,2	1973	313°,6	1977	322°,9
1966	345,3	1970	354,6	1974	3,9	1978	13,2
1967	36,7	1971	45,0	1975	54,3	1979	63,6
1968	73,9	1972	83,2	1976	272,5	1980	281,8

Таблица XXIX

Изменение долготы терминатора в течение года, начиная с 1 марта

Дни Месяцы	1	7	13	19	25
Март	0°,00	73°,05	146°,12	219°,20	292°,32
Апрель	17,63	90,78	163,95	237,15	310,37
Май	23,58	96,83	170,08	243,34	316,63
Июнь	42,12	115,53	188,85	262,17	335,50
Июль	48,85	122,18	195,53	268,87	342,18
Август	67,73	141,05	214,35	287,63	0,90
Сентябрь	86,37	159,62	232,83	306,03	19,22
Октябрь	92,38	165,53	238,65	311,75	24,83
Ноябрь	110,07	183,10	256,13	329,15	42,13
Декабрь	115,12	188,08	261,03	334,00	46,95
Январь	132,03	204,97	277,90	350,85	63,82
Февраль	148,93	221,90	294,90	7,92	80,93

3) превышение над 180° от восточной долготы в е ч е р н е й границы, если он заключен между 180 и 270° ;

4) дополнение до 360° от западной долготы у т р е н н е й границы, если он заключен между 270 и 360° .

Приблизненно вид Луны можно определить по табл. 16 и по рисунку 215, который надо рассматривать в двух положениях (сообразно фазам Луны).

Фотографирование Луны. Аппаратурой, предназначенной для фотографирования Солнца (стр. 316—317), можно воспользоваться и для фотографирования Луны. Желательно пользоваться пластинками высокой чувствительности, так как выдержка не должна быть столь малой, как для Солнца. При фотографировании с окулярной камерой выдержку приходится увеличивать до секунды, что уже требует часового механизма для ведения трубы. Употребление слабого желтого фильтра может увеличить четкость изображения, так как он не пропускает далекие фиолетовые лучи, сильно действующие на фотопластинки, но не собирающиеся объективом трубы в один фокус с другими лучами видимого спектра. Фотографирование следа суточного движения одной яркой звезды при неподвижной трубе дает направление небесной параллели.

Покрытие звезд Луной. Наблюдение покрытий звезд Луной состоит в точной регистрации (с точностью до $0^s,5$) моментов исчезновения и появления тех звезд, которые на время закрываются Луной, перемещающейся среди звезд с запада на восток со средней скоростью около $13^\circ,2$ в сутки. Несмотря на многолетние наблюдения Луны и многочисленные исследования теории ее движения, до сих пор нельзя предсказать наступления и продолжительности покрытий звезд Луной с такой точностью, с которой предвычисляются многие другие небесные явления. Поэтому наблюдения покрытий звезд могут дать ценные данные для улучшения весьма сложной теории движения Луны. Для серьезной постановки этой работы надо иметь очень хорошо налаженную «службу времени» (стр. 302) и знать координаты места наблюдения с точностью до $0^m,1$ по долготе и до $1'$ по широте.

Чем больше телескоп, тем большее увеличение он может дать без потери четкости изображения. Удобнее всего (и точнее) наблюдать исчезновение звезд за т е м н ы м краем лунного диска, т. е. в промежутке от новолуния до полнолуния, а появление (или открытие) — после полнолуния. Точным наблюдениям около яркого края мешает *иррадиация* (кажущееся увеличение яркого пятна на темном фоне). Однако яркие звезды можно пытаться наблюдать и в этом случае.

Рис. 216 дает представление о двух типах покрытий: покрытие темным краем диска Луны (до полнолуния) и покрытие ярким краем (после полнолуния). Стрелками показано движение звезды относительно Луны, как оно наблюдается в телескоп (юг — вверху рисунка). Очевидно, что во время полнолуния и покрытие и открытие звезды будут наблюдаться за ярким краем диска Луны.

Весьма интересно покрытие группы ярких звезд скопления Плеяд (см. рис. 80, а также карту скопления и табл. 54 на стр. 506—507).

Так как путь Луны среди звезд периодически несколько меняется, то покрытия Плеяд происходят не каждый месяц и даже не каждый год.

Изредка можно наблюдать покрытие Луной планет, а также покрытие звезд планетами. В отличие от звезды, планета не скрывается

сразу за краем Луны: можно заметить и первое соприкосновение дисков планеты и Луны и момент полного исчезновения планет за Луной. То же касается и появления планеты из-за диска Луны.

Во время лунных затмений, в особенности полных, можно примерно в одинаково удобных условиях наблюдать как исчезновение, так и появление довольно слабых звезд, поскольку яркость Луны ослаблена затмением.

Если в течение часа-двух до покрытия наблюдать движение Луны среди звезд, то можно довольно точно наметить направление ее движения и те точки лунного диска, в которых скроется и появится интересующая нас звезда.

Наибольшая продолжительность покрытия звезды Луной — около часа. Наименьшая, равная нулю, соответствует касанию лунным диском звезды *). Можно заранее рассчитать моменты и продолжительность покрытий, а также

Рис. 216 Покрытия звезд Луной: а) покрытие темным краем (от новолуния до полнолуния); б) покрытие ярким краем (от полнолуния до новолуния). Стрелки показывают относительное движение звезд.

точки исчезновения и появления звезд, пользуясь данными в астрономических ежегодниках, где для ряда городов СССР даются предвычисленные моменты каждого покрытия и угол положения соответствующих точек лунного диска (т. е. угол с вершиной в центре лунного диска между кругом склонения и направлением на ту точку диска, в которой звезда скроется или появится). В течение года благоприятны для наблюдений 10—15 покрытий звезд ярче $5^m,0$.

Наблюдения покрытий удобнее всего вести вдвоем — один из наблюдателей пристально следит за звездой в трубу и дает сигналы, а другой как можно точнее отмечает моменты сигналов. Если помимо часов с известной поправкой имеется исправный секундомер, то наблюдение покрытий можно вести и одному. Установив секундомер на нуль, пускаем его в ход в момент исчезновения или появления звезды. Не останавливая секундомера, идем к основным часам и останавливаем секундомер в тот момент, когда основные часы показывают целую минуту (или половину). Вычитая из показаний часов

*) При касательных покрытиях звезд в областях близ северного и южного полюсов Луны можно наблюдать многократные покрытия звезды верхушками лунных гор. Их наблюдения очень ценны для уточнения рельефа лунного края (краевой зоны). О покрытии «царапающих» звезд см. ЗиВ, № 4, 1966.

показания секундомера, получаем точный момент наблюдения. В окончательном результате надо быть вполне уверенным за секунду времени. Некоторые дополнительные сведения можно найти в книге Н. Н. Сытинской «Луна и ее наблюдение».

Наблюдения лунных затмений. Лунные затмения отличаются друг от друга глубиной погружения Луны в земную тень, интенсивностью и цветом затемненной Луны. Форма края земной тени на Луне, окраска тени и их изменение в ходе затмения, видимость различных деталей лунной поверхности характеризуют состояние земной

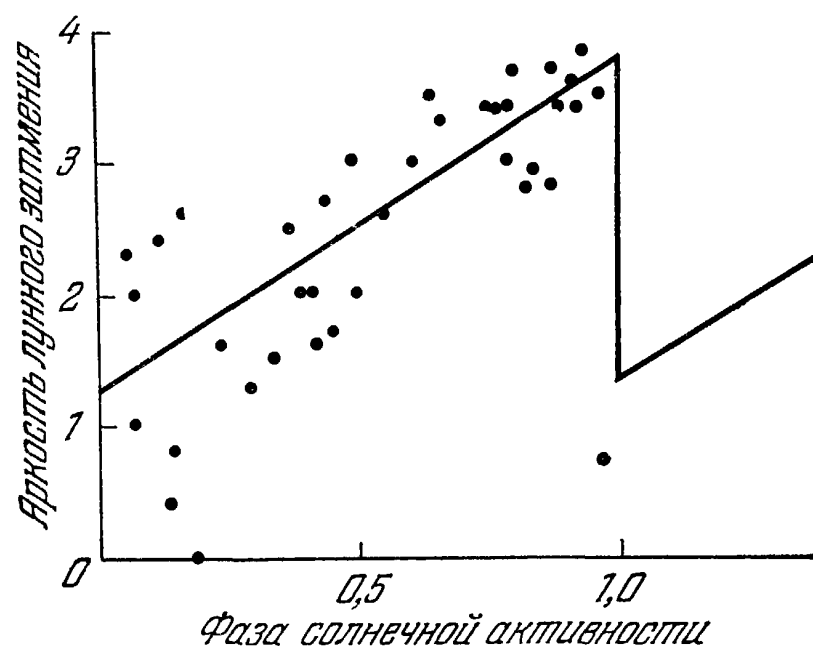


Рис 217. Зависимость оценки балла лунного затмения от фазы солнечной активности (0,0—минимум, 1,0—следующий минимум солнечной активности)

атмосферы, в том числе самых высоких ее слоев. Внимательное наблюдение за всеми фазами лунного затмения и регистрация упомянутых характеристик могут дать интересные и важные сведения для геофизики.

Весьма распространенной является оценка окраски и яркости затмения Луны по шкале А. Данжона, выработанной им в связи с изучением зависимости яркости земной тени от солнечной активности:

0 — затмение очень темное, в середине затмения Луны почти не видно;

1 — затмение темно-серое, детали поверхности Луны различаются с трудом;

2 — затмение темно-красное или рыжеватое, в середине затмения центр более темный;

3 — цвет кирпично-красный, тень окружена серовато-желтой каймой;

4 — затмение медно-красное, очень яркое, видны основные детали поверхности Луны, кайма светло-голубоватая.

Обработка оценок 150 лунных затмений, зарегистрированных со времен Тихо Браге, показала, что земная тень в течение двух лет после минимума солнечной активности очень темна, но постепенно яркость ее усиливается. В течение трех — четырех лет перед следующим минимумом тень Земли интенсивно окрашена в красный или оранжево-красный цвет. Наступление максимума солнечной деятельности не сопровождается каким-либо изменением постепенного увеличения

яркости земной тени, но во время минимума наступает внезапное резкое уменьшение яркости затмений (рис. 217).

В книге чешского астронома Ф. Линка «Лунные затмения» приведена история и методика всех исследований лунных затмений и намечены перспективы дальнейших работ. В некоторых из них могут принять участие и любители.

Последовательное фотографирование различных фаз лунного затмения (без светофильтров и с их применением) и последующая фотометрия полученных снимков может дать распределение яркости внутри земной тени и ее изменения во времени. (Простой прибор для фотографической фотометрии описан М. А. Мильхикером в *ЗиВ*, 1967, № 2, 79—82.)

3. Наблюдения планет

На рис. 218 показаны видимые размеры планет при их наибольшем и наименьшем расстояниях от Земли. В табл. ХХХ даны соответствующие угловые размеры планет. В ней даны также звездные величины планет в наибольшем и наименьшем блеске.



Рис. 218. Относительные видимые размеры планет при наибольшем приближении к Земле и при наибольшем удалении от нее. Диск Солнца в этом масштабе имеет диаметр 93 см. Отношение истинных размеров см. рис. 41.

Наблюдатель, умеющий точно зарисовать подмеченные детали поверхности, пользуясь телескопом с отверстием не менее 125 мм (5 дюймов) при прозрачной атмосфере, может получить ценные для науки результаты.

Как известно, рассматривание фотографий планет, даже полученных с большими инструментами, вызывает чувство разочарования в этом мощном методе исследования. На большинстве фотографий

видно гораздо меньше подробностей, чем при непосредственном наблюдении в трубу,— все детали поверхности размыты, туманны, как будто вне фокуса. Замывание деталей объясняется колебаниями воздуха в течение сравнительно длительной выдержки. Терпеливый наблюдатель, выбрав подходящее увеличение (не обязательно самое большое), может дожидаться момента мгновенного спокойствия воздуха, усмотреть и запомнить, а потом немедленно зарисовать ту или иную деталь и вновь терпеливо ждать следующего благоприятного момента. Из-за того же беспокойства атмосферы, которое замыкает детали на фотографии планеты, бывает невыгодно применять большие

Т а б л и ц а X X X

Расстояния от Земли, видимые угловые размеры
и звездные величины планет

Планета	Расстояние от Земли (в а. е.)		Угловой эква- ториальный диаметр		Блеск (в звездн. величинах)	
	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.
Меркурий	1,47	0,53	12",9	4",5	−1 ^m ,0	+1 ^m ,3
Венера	1,73	0,27	66,0	9,6	−4,3	−3,0
Марс	2,61	0,38	25,7	3,5	−2,8	+1,6
Юпитер	6,45	3,95	50,1	30,4	−2,2	−1,9
Сатурн	11,07	8,00	20,9	15,0	−0,4	+1,5
Уран	21,07	17,29	3,7	3,1	+5,4	+6,0
Нептун	31,31	28,80	2,2	2,0	+7,6	+7,7
Плутон	50,5	28,75	0,3	0,2	+14,3	

увеличения. Конечно, наблюдатель, напряженно вглядываясь в еле различимые мелкие детали, склонен то, что он видит, дополнять тем, что ему кажется (или хочется увидеть). Средством против этого могут служить только непредубежденные и независимые повторные наблюдения. Весьма ценными являются одновременные, но с о в е р ш е н н о н е з а в и с и м ы е друг от друга зарисовки нескольких наблюдателей. Их последующее сравнение может дать более объективные данные о характере тех или иных деталей, чем зарисовки одного наблюдателя. В этом случае совершенно обязательно, чтобы наблюдатели не только не показывали друг другу рисунков во время работы, но и не обменивались впечатлениями о виденном.

Для облегчения обработки рисунков с целью определения положения различных деталей на поверхности планет в Приложении VIII даются две сетки: сплющенная для наблюдений Юпитера и Сатурна и круговая для планет, не имеющих заметной сплюсченности.

Как обычно, необходимо в журнале наблюдений записывать данные об использованном инструменте и взятом увеличении, о качестве изображений, дату и момент наблюдений, ориентировку диска (стр. 309,

цем часть диска планеты. Вследствие этих же сумеречных явлений искажается форма освещенного диска Венеры при фазах, близких к единице, т. е. когда видимый диск Венеры почти полностью освещен Солнцем. Оказывается, что между вычисленной фазой и наблюдаемой существует некоторое систематическое различие (это было установлено советскими любителями астрономии).

Представляет интерес точная регистрация формы рогов и величины дуги, стянутой рогами. Лучше всего на заранее нарисованном кружке (диаметром 4—5 см) по возможности точно определить положение концов серпа. Рисунок надо сопровождать точным указанием момента времени и направления суточной параллели. Суточную параллель можно наметить либо по направлению одной из нитей окуляра, которая перед наблюдениями ориентируется вдоль параллели, либо по смещению планеты в поле зрения при неподвижной трубе.

Особое внимание надо уделить наблюдению формы терминатора (границы между освещенной и неосвещенной частями поверхности планеты). Как известно, Венера покрыта густым слоем облаков, сквозь которые не видно поверхности планеты. Однако неоднократно замечались разные особенности в виде зазубрин терминатора, размытых темных и светлых пятен, которые как-то отражают физическую природу поверхности планеты. Помимо зарисовок этих пятен надо оценивать их интенсивность в какой-нибудь произвольной шкале, например, пятибалльной. Иногда контрастность деталей можно усилить светофильтрами (синим или голубым, желтым или оранжевым *).

Важно отметить момент, когда терминатор превращается в прямую линию. Иногда на Венере наблюдается явление, аналогичное пепельному свету Луны: видна часть неосвещенного диска планеты. Важно установить, позволяет ли пепельный свет видеть весь диск планеты или видна только его часть у терминатора **).

Марс. Наблюдения Марса требуют достаточно мощных оптических средств, обычно недоступных любителям. Угловой диаметр Марса меняется в пределах от 3",5 до 25",7. При самых благоприятных условиях при 75-кратном увеличении диск Марса кажется почти таких же размеров, как диск Луны, рассматриваемой простым глазом. Детали его поверхности (см. Приложение II) позволяют с легкостью определить период вращения Марса вокруг оси. Он равен $24^h 37^m 23^s$. Полярные шапки Марса особенно отчетливо обнаруживают изменения, соответствующие смене времен года на этой планете. Как всякую верхнюю планету, Марс выгоднее всего наблюдать во время противостояний. Благоприятные противостояния бывают в августе — сентябре, а менее благоприятные в феврале — марте. Это зависит от расстояния между Землей и Марсом во время противостояний (рис. 221). Так как обе планеты движутся по эллиптическим орбитам, то это

*) Некоторые наблюдатели считают, что выгоднее наблюдать Венеру при закате Солнца или в сумерки, чем на фоне ночного неба, когда ее яркий блеск слепит глаза.

**) Примеры обработки наблюдений Венеры см. в № 5 (12) и № 7 (14) Бюллетеня ВАГО за 1949 г. и в № 12 (19) за 1953 г.

в атмосфере Марса, а иногда твердые осадки (иней) на поверхности. Помимо этого иногда наблюдаются внезапные изменения прозрачности отдельных мест диска Марса — помутнения. Некоторые астрономы считают их облаками желтой пыли, которую поднимают ветры на поверхности планеты. Контрастность деталей несколько возрастет, если наблюдение вести через желтый или красный светофильтры.

Можно наметить следующую программу для наблюдателей, обладающих небольшими телескопами:

1. Зарисовка деталей поверхности планеты, рассматриваемых сквозь светофильтры (красный, желтый, зеленый и синий). При этих зарисовках необходимо отмечать время с точностью до 1—2 минут и оценивать в пятибалльной шкале видимость различных пятен на поверхности Марса.

2. Определение контраста между темными пятнами и сушей, между светлыми пятнами и сушей при рассматривании сквозь разные светофильтры.

3. Определение расположения белых и пылевых облаков.

4. Определение размеров и оценка яркости полярных шапок по отношению к центру диска.

5. При особенно благоприятных условиях наблюдений, позволяющих использовать большие увеличения,— определение видимости «каналов», их формы и строения.

Внимательное и систематическое наблюдение всех этих деталей, в особенности в телескоп с отверстием не меньше 5—6 дюймов, может открыть новые закономерности и новые явления на этой интересной планете *). На длиннофокусном телескопе с объективом в 200—250 мм можно поставить задачу фотографирования Марса с окулярной камерой (стр. 317), причем очень интересно получать со светофильтрами снимки, на которых имеются отпечатки фотометрического клина или трубчатого фотометра.

Малые планеты. В периоды противостояний самых ярких малых планет можно надеяться увидеть некоторые из них в виде слабых звездочек. В табл. 30 для ярких астероидов дана звездная величина во время противостояний. Как указывалось выше (стр. 87), у некоторых из них обнаружены колебания блеска (см. табл. XXXI), наблю-

Т а б л и ц а X X X I

Периоды *P* и амплитуды *A* колебаний блеска некоторых малых планет

Название	<i>P</i>	<i>A</i>	Название	<i>P</i>	<i>A</i>
Церера	9 ^h 05 ^m	0 ^m 1	Геба	7 ^h 16 ^m	0 ^m ,2
Паллада	11 23 ^p	^p	Ирис	7 08	0,2
Юнона	7 13	0,2	Эвномия	6 05	0,5
Веста	10 41	0,1	Мельпомена	8 06	0,2

*) Пример наблюдений Марса см. АВ 1, 188, 1967.

дения которых можно производить по методу, применяемому для переменных звезд. Эти наблюдения осложнены тем, что малые планеты непрерывно перемещаются среди звезд, что заставляет менять звезды сравнения. При этом каждую новую звезду сравнения надо тщательно сопоставлять с предыдущими. Это касается визуальных, а также фотографических наблюдений, которые можно ставить лишь на длиннофокусных камерах с инструментами с часовым механизмом.

Эфемериды ярких малых планет даются в астрономических ежегодниках и, в частности, в АК, а также в специальном ежегодном издании ИТА «Эфемериды малых планет».

Юпитер. Даже в небольшую трубу (начиная с 4—6 дюймов) Юпитер с его четырьмя яркими спутниками производит сильное впечатление. В эпохи противостояний Юпитер виден всю ночь. Великие противостояния происходят раз в 83 года. Последнее было в 1951 г.

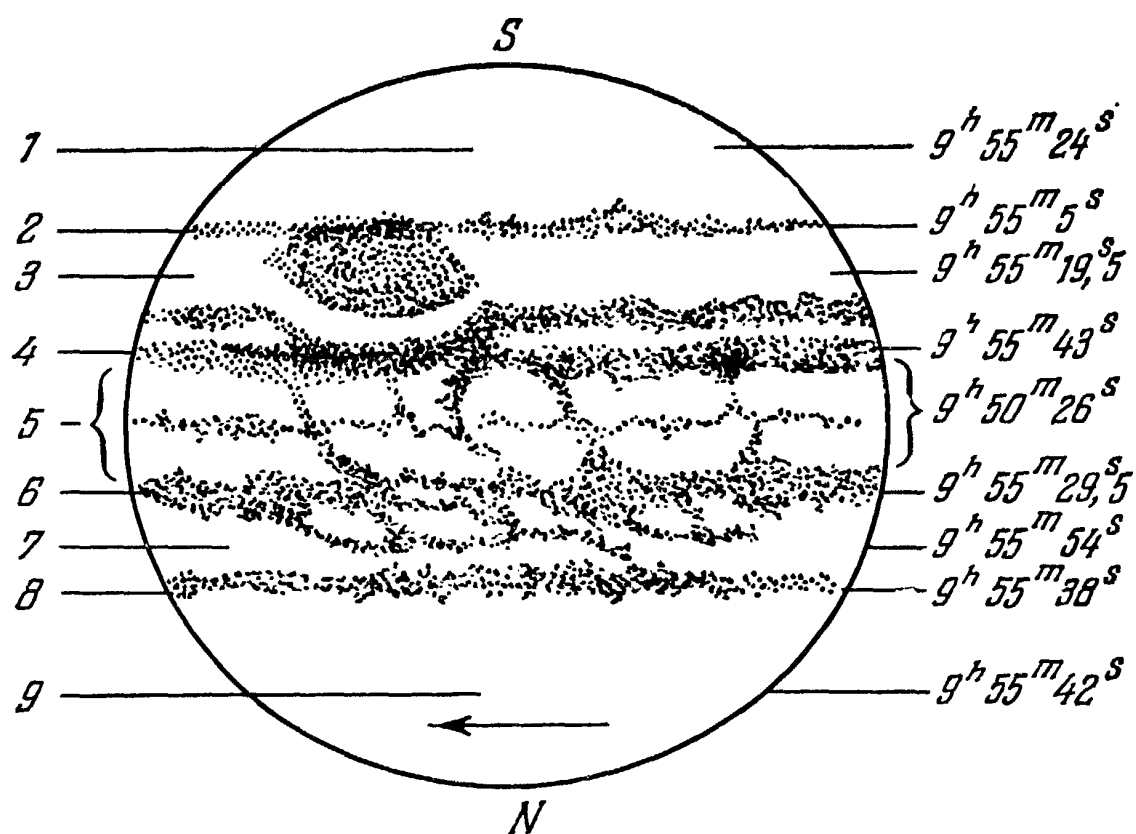


Рис. 222. Схематический рисунок, показывающий расположение темных полос и светлых зон на поверхности Юпитера: 1 — южная полярная область, 2 — южная умеренная полоса с Красным Пятном, 3 — южная умеренная зона, 4 — южная тропическая полоса, 5 — экваториальная зона с тонкой экваториальной полосой, 6 — северная тропическая полоса, 7 — северная умеренная зона, 8 — северная умеренная полоса, 9 — северная полярная область. Стрелка отмечает направление вращения планеты. Справа — соответствующие периоды вращения.

Сплюснутый диск Юпитера пересечен темными и светлыми полосами, расположенными параллельно экватору планеты (см. рис. 51). Диск планеты ярче в центре, чем по краям (это хорошо видно на фотографиях), что свидетельствует о наличии обширной атмосферы. Вследствие быстрого вращения планеты облачные образования в ее атмосфере располагаются вдоль экватора, причем интенсивность, цвет, ширина и само расположение образующихся полос меняются с течением времени, иногда в течение месяцев.

Имеется 11 определенных полос или течений: главные из них показаны на рис. 222. В 1878 г. в южном полушарии планеты на широте

около 20° было обнаружено большое овальное «Красное Пятно» *), как бы «обтекаемое» облаками. Его размеры 40×13 тыс. км. Оно наблюдается вот уже несколько десятков лет, становясь то более заметным и усиливаясь в своей интенсивности, то почти исчезая. В 1901 г. на той же широте появилась темная полоса длиной около 70 000 км. Это Южное Тропическое Возмущение. Оно движется вдоль полосы быстрее, чем Красное Пятно и, обгоняя его, обтекает его двумя потоками.

Иногда на поверхности планеты появляются пятна, которые сохраняются в течение нескольких месяцев.

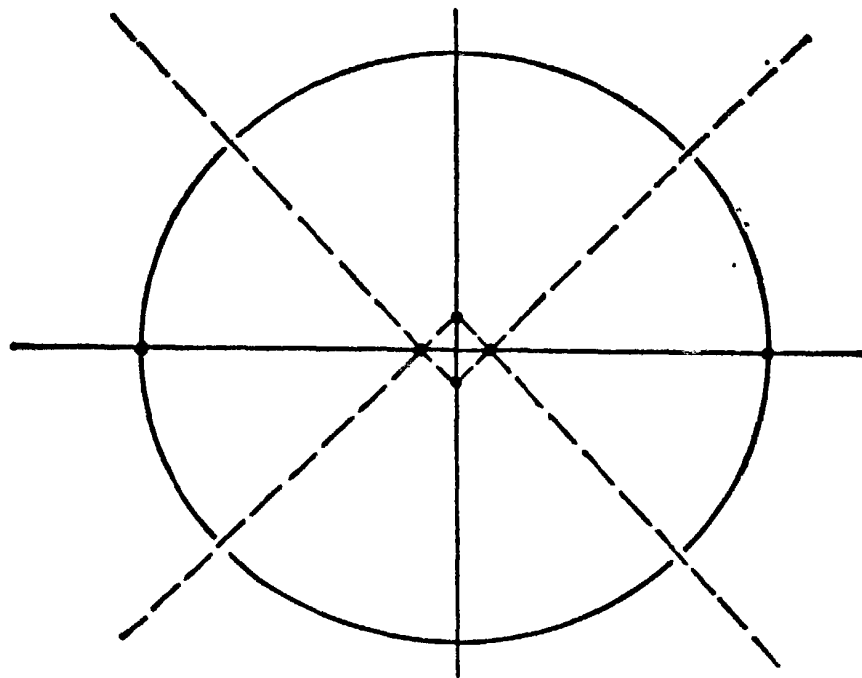


Рис 223 Вычерчивание диска Юпитера.

Представляет несомненный интерес определение положения полос, измерение их ширин окулярным микрометром или шкалой, помещенной в фокусе трубы, а также получение зарисовок деталей поверхности Юпитера. Для зарисовки планеты надо заранее начертить сплюснутый круг со сжатием $1/16$. Это можно сделать так: наметить квадрат со сторонами в 2,5 мм (рис. 223), из верхнего и нижнего углов провести дуги радиусом в 26 мм, длиной в четверть окружности, причем из нижнего угла провести дугу вверху, а из верхнего — внизу; из правого угла направо, а из левого налево провести дуги радиусом в 22,5 мм. Все эти дуги вместе образуют фигуру сплюснутого диска Юпитера **).

Вне диска надо наметить направление экватора планеты. На полученном сплюснутом круге мягким карандашом наносят все детали, различимые в моменты хорошей видимости. Ввиду быстрого вращения Юпитера весьма важно точное указание времени наблюдения. Для регистрируемых деталей необходимо указывать моменты прохождения через центральный меридиан, делящий диск точно пополам.

В самих полосах необходимо отличать все детали — выступы, углубления, перемычки, разветвления и пр. При наблюдениях с помощью рефлектора или ахроматического рефрактора можно заметить

*) Можно предполагать, что его видел еще в 1665 г. Кассини.

**) Можно воспользоваться контуром координатной сетки Приложения VIII.

различия в цвете полос и отдельных деталей. Вообще говоря, окраска полос преимущественно желтая, желто-серая, коричневая, но встречаются зеленоватые, серые и голубоватые полосы и детали.

Так как на рисунке трудно отобразить различие интенсивностей полос и деталей, то полезно дополнить рисунок оценками интенсивности деталей по семибалльной шкале, в которой самые яркие части экваториальной зоны соответствуют баллу 0, а самые темные пятна — баллу 5 (темнее их только тень спутника — балл 6). В силу быстрого вращения планеты одно наблюдение должно отнимать не более 10—15 минут. Повторные наблюдения (независимые от первых) полезно проводить через час-полтора *).

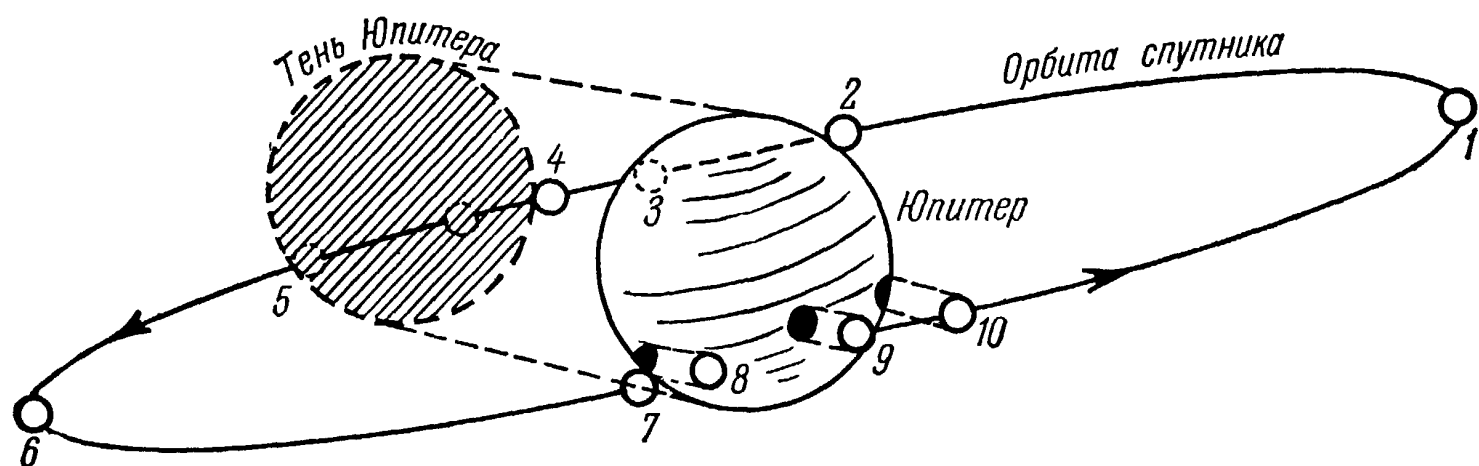


Рис 224 Различные положения спутника относительно Юпитера (Солнце расположено справа за спиной у наблюдателя). 1 — западная элонгация, 2 — спутник скрывается за диском Юпитера, 3 — спутник показывается из-за диска планеты, 4 — спутник попадает в тень, отбрасываемую планетой (затмение спутника), 5 — спутник показывается из тени Юпитера, 6 — восточная элонгация, 7 — спутник вступает на диск планеты (начало прохождения по диску Юпитера), 8 — на диске появляется тень спутника, 9 — спутник начинает сходиться с диска планеты, 10 — тень спутника сходит с диска Юпитера. (Рисунок заимствован из голландского «Атласа Вселенной», составленного Б. Эрнстом и Т. де Фризом, 1958)

Представляют большую ценность измерения *интегрального* блеска Юпитера, который, по-видимому, за последние сто лет показывал существенные изменения. К сожалению, в прошлом эти наблюдения не были достаточно регулярными. Они должны быть достаточно точны и обеспечены хорошими величинами звезд сравнения. Это очень благодарная задача для фотоэлектрических наблюдений.

Для сравнения блеска планет и для обнаружений истинных колебаний блеска его приводят к так называемым *стандартным условиям*, а именно: расстояние от Солнца = 1 а. е., расстояние от Земли также 1 а. е. и фазовый угол (стр. 328) 0° .

Скромным оптическим средствам любителя доступны только четыре самых ярких (галилеевых) спутника Юпитера, представляющиеся светящимися точками, не имеющими видимого диска. Они быстро меняют свое расположение относительно планеты, оставаясь всегда почти на одной прямой, проходящей вдоль экватора Юпитера. В течение нескольких часов наблюдений можно заметить покрытие спутника Юпитера, затмение спутника, попавшего в тень планеты, или тень спутника на поверхности планеты (рис. 224). В АК дается расположение галилеевых спутников относительно диска планеты на каждый

*) Образцы весьма интересных обработок наблюдений Юпитера см. в сборнике ВАГО «Наблюдения. Исследования планеты Юпитер», 1967.

день и эфемериды затмений спутников. Их наблюдение требует хороших часов, поправка которых должна быть известна с точностью до 1—2 секунд. Вследствие вращения спутников вокруг осей наблюдаются колебания их блеска.

Сатурн. Сатурн с кольцами — одно из замечательных астрономических зрелищ. Уже в трехдюймовый телескоп можно разглядеть так называемую *щель Кассини*, которая делит кольцо Сатурна на две части. Диск планеты темнее к краям, что также является следствием поглощения света в атмосфере большой толщины. Представляют интерес зарисовки полос быстро вращающегося Сатурна (сплюснутость диска $1/11$). Интересны определения блеска звезд при покрытиях их кольцами Сатурна. К этим оценкам, которые надо делать через равные промежутки времени в течение всего прохождения, надо приложить рисунок, на котором отметить путь звезды относительно Сатурна и его кольца, и список звезд сравнения (еще лучше — карту окрестностей с отмеченными звездами сравнения). О методах определения блеска см. в разделе 7 этой главы.

На рис. 55 (стр. 92) показан вид Сатурна в различные годы.

Из спутников Сатурна можно во время противостояний планеты увидеть Титан, блеск которого в это время $8^m,3$, и, быть может, Япет ($9^m,5$ в периоды его элонгаций).

Наблюдения остальных планет Солнечной системы возможны только в большие телескопы. Пользуясь данными АК и подробной картой, можно попытаться отыскать Уран и Нептун и проследить за их перемещением среди звезд. Уран перемещается в год на $4—5^\circ$, Нептун — всего на 2° .

4. Наблюдения комет

Этот раздел можно было бы озаглавить «Открытие и наблюдение комет», ибо терпеливый наблюдатель даже со скромными оптическими средствами может открыть комету. Каждый год открывается около десятка комет, причем некоторые обнаруживают астрономы-любители; иные даже прославились как «ловцы» комет *). Надо хорошо знать звездное небо и иметь звездный атлас, соответствующий проникающей силе употребляемого инструмента и содержащий звездные скопления и туманности, которые наблюдатель мог бы принять за комету.

Для поисков комет выгодно пользоваться короткофокусными светосильными инструментами (так называемыми *кометоискателями*), а также мощными биноклями с увеличением 8—10 раз **). Систематически просматривая каждую ясную ночь все небо, стараясь не пропустить ни одного участка, можно обнаружить туманное пятнышко

*) Так, например, японский любитель К. Икейа за четыре года открыл четыре кометы, в том числе ставшую известной комету Икейа — Секи.

**) При фотографировании звездного неба надо стараться как можно скорее проявить снимок и тщательно сравнить его с соответствующим местом подробной карты или с ранее полученным снимком этой области неба. При этом можно заметить слабую комету, еще недоступную визуальным наблюдениям с небольшими телескопами.

в таком месте, в котором на карте не показана ни туманность, ни звездное скопление. Это пятнышко может оказаться еще далекой от Солнца кометой. Окончательную уверенность можно получить из повторных наблюдений. Уже через несколько часов можно заметить некоторое смещение кометы относительно окружающих звезд. Так как комета становится ярче, приближаясь к Солнцу, то для поисков комет особенно важно обследовать те части ночного неба, которые ближе расположены к Солнцу. Поэтому при наблюдениях в первой половине ночи особое внимание надо обратить на западную часть неба, в середине ночи — на северную, а под утро — на восточную. Для поисков комет лучше выбирать темные безлунные ночи, хотя узкий серп Луны не очень мешает таким наблюдениям.

При наблюдениях с телескопом выгодно брать малое увеличение: при этом туманности и кометы лучше выделяются на фоне неба. При большом увеличении поверхностная яркость кометы меньше и ее труднее заметить. Из этих же соображений выгодно брать положительный, а не отрицательный окуляр, так как в последнем поле зрения всегда несколько светлее.

Обнаружив комету, надо тщательно определить ее положение, отметить точный момент наблюдения и, если это возможно, оценить в результате повторных наблюдений направление и скорость ее движения среди звезд. Эти данные надо возможно скорее передать по телефону в ближайшее астрономическое учреждение или по телеграфному адресу «Москва, ГАИШ» в Государственный астрономический институт имени Штернберга. В телеграмме надо указать момент времени, к которому относится приводимое положение кометы. Так как вследствие прецессии экваториальные координаты звезд непрерывно меняются, то необходимо указать эпоху координатной сетки того атласа или карты, которыми пользовался наблюдатель. Телеграмма будет иметь примерно такой вид: «Молния Москва ГАИШ 13 февраля 22 часа 30 минут московского времени открыл комету четвертой величины Персее вблизи Дельты координаты три часа сорок две минуты склонение 48 градусов эпохи 1920 года Николай Костров».

Дополнительное указание созвездия и названия близкой яркой звезды является некоторым контролем к координатам. Если при передаче вкрадется ошибка в цифры, комету сумеют отыскать по этому описанию. Если комета обладает хвостом, надо указать его длину (в градусах) и общий вид (прямой, искривленный, двойной и т. д.).

Обсерватория, получив такое сообщение, особым *международным цифровым кодом* (см. табл. 102) посылает сообщение в Бюро астрономических телеграмм МАС, которое извещает по телеграфу все обсерватории мира. Впоследствии комета получит имя первого открывшего ее *). Отправив телеграмму с известием об открытии, надо немедленно

*) В начале комета обозначается годом открытия и малой буквой латинского алфавита (в порядке открытия). Окончательное обозначение кометы состоит из года, номера (римской цифры) в порядке моментов прохождения перигелия и фамилии открывшего (или двух-трех фамилий лиц, независимо открывших комету). Так, например, комета 1957f=1957 IX называется кометой Латышева — Вильда — Бэрнхема.

послать почтой более подробное сообщение об открытии, приложив к нему звездную карту окрестностей и все данные об инструменте, а также краткие сведения о себе и свой адрес.

Открыв или разыскав на небе (по указанным в печати координатам) комету, можно вести систематические наблюдения двух родов: измерения положений кометы и астрофизические наблюдения. Орбиту кометы вычисляют, если имеется не менее трех наблюдений ее положения на небе. Чем больше наблюдений, тем увереннее можно вычислить орбиту. Поэтому каждое измерение положения кометы имеет ценность.

Чтобы наблюдение положения кометы имело максимальную точность, надо тщательно определить расстояние кометы по обеим координатам (см. стр. 293) до нескольких ближайших звезд, положения которых можно найти в каталогах или атласах *).

Астрофизические наблюдения над кометой включают определения ее суммарного блеска и изучение формы кометы — измерение диаметра ее головы, длины и ширины хвоста, яркости ядра, оболочки, облачных образований в хвосте и т. д. Зная направление и форму хвоста, можно определить его тип по классификации Бредихина — Орлова. Тип хвоста определяет собой его физическое строение и химический состав. Суммарный блеск кометы важен для изучения ее физической природы. Если бы комета была твердым непрозрачным телом, отражающим свет Солнца подобно планетам, то ее суммарный блеск менялся бы обратно пропорционально квадратам расстояний кометы от Солнца r и от Земли d . Непосредственные измерения суммарного блеска комет показывают, что он меняется пропорционально $1/r^n d^2$, где $n > 2$, и различно для разных комет и для разных расстояний кометы от Солнца. Для ряда комет n получилось приблизительно 4, так что при изменении расстояния от Солнца вдвое суммарный блеск кометы изменялся в 15—20 раз **).

Оценки суммарного блеска кометы можно производить методами наблюдений переменных звезд. Однако, так как комета представляется туманным пятнышком, приходится выводить звезды из фокуса (лучше всего выдвигая окуляр) до тех пор, пока внефокальные изображения звезд не станут похожими на изображение кометы. Это выведение из фокуса будет сказываться меньше на изображении кометы, чем на изображениях звезд. Если же речь идет о большой яркой комете с хорошо развитым хвостом, то здесь в с я к и е определения, измерения и описания будут иметь большую ценность. Систематические зарисовки (если это возможно, белым карандашом на черной бумаге) формы хвоста, описание видимого строения головы, определение величины и яркости ядра, положения и движений облачных образований в хвосте, если они обнаружатся, наблюдения прохождений звезд за

*) Вообще же точные положения (до десятых долей секунды времени по α и до одной секунды по δ) выводятся лишь из измерений фотографий кометы на особых измерительных машинах.

**) Характеристикой суммарного блеска кометы является звездная величина кометы при $r=1$ а. е. и $d=1$ а. е., которая называется ее *абсолютной звездной величиной* и обозначается H_0 : $H_0 = m - 5 \lg d - 2,5 n \lg r$ (см. табл. 28).

хвостом кометы и измерения изменений (иногда даже резких, типа вспышек) их блеска в это время — вот неполный перечень возможной программы наблюдений ярких комет. К сожалению, такие кометы появляются редко. После кометы Галлея 1910 г. появилось лишь семь комет, развивших хвост, видимый невооруженным глазом (последние в 1965 и 1970 гг.). Вообще же ежегодно открывают по несколько слабых, так называемых *телескопических комет*. Следить за кометой удается обычно в течение одного — двух месяцев. После этого она слабеет либо скрывается в лучах Солнца.



Рис. 225. Фотография кометы Мркоса, наблюдавшейся в августе 1957 г. (получена любителем астрономии мисс Фуджита, США).

Фотографирование комет. С инструментом, снабженным часовым механизмом, можно попытаться получить фотографию кометы. С длиннофокусным рефрактором иногда достаточно выдержки в 5—10 минут, чтобы получить ясное изображение ядра кометы. Желательно получить серию снимков с различными выдержками (или на одной пластинке получить ряд изображений, сдвигая немного трубу или кассету и меняя выдержку). Для фотографирования хвоста кометы предпочтительнее короткофокусная светосильная камера. Большая светосила дает возможность при не очень продолжительной выдержке

получить на фотографии хвост кометы далеко от головы. Такая фотография может дать представление о строении кометы. Сравнение ряда снимков, полученных с небольшими перерывами, позволит определить скорости истечения вещества из головы кометы и движения облачных образований в хвосте. Для фотографирования рефрактор должен быть снабжен не только часовым механизмом, но и иметь хорошие микрометрические ключи, так как для того, чтобы изображение кометы на фотографии не смазалось вследствие ее движения среди звезд, гидрировать (вести трубу) надо не по звездам, а по ядру самой кометы. Установив его в центре поля зрения и пустив часовой механизм, надо микрометрическими ключами непрерывно в течение всей экспозиции передвигать трубу вслед за кометой. Тогда все звезды получатся на пластинке в виде черточек (см. рис. 60), а комета выйдет со всеми деталями. Фотопластинки должны быть наивысшей чувствительности, а выдержку приходится соразмерять со светосилой фотографической камеры и освещенностью неба. Во время безлунной темной ночи выдержка может длиться более часа. Проявлять пластинки надо контрастным проявителем.

5. Наблюдения метеоров *)

Общие указания к наблюдениям. Явление метеора отличается от многих других своей неожиданностью и кратковременностью, что заставляет очень тщательно готовиться к наблюдениям и во время самих наблюдений быть все время начеку.

Прежде всего надо научиться определять звездную величину метеора, сравнивая его со звездами. Рекомендуется отмечать звездную величину наиболее яркой части метеора (если у метеора были вспышки, это должно быть отмечено). Угловая длина метеора в градусах определяется из сравнения с расстояниями между звездами, которые можно найти по карте. Угловую скорость метеора принято оценивать в условной 5-балльной шкале: 5 — очень быстрый, 3 — средний, 1 — медленный; очень редко наблюдаются точечные, стационарные, т. е. неподвижные метеоры **), которым приписывается балл 0. Полезно уметь определять цвет метеора, очерченность и другие свойства.

Перед началом систематических метеорных наблюдений необходимо потренироваться в нанесении путей метеоров на звездную карту.

Не следует наносить пути метеора среди звезд непосредственно на карты звездного атласа — это приведет к его быстрой порче. Необходимую для наблюдений звездную карту надо заранее скопировать на кальку или бумагу, отметив звезды приблизительно до 4-й звездной величины. При наблюдениях не очень интенсивных потоков такой картой можно пользоваться в течение двух-трех ночей. Годятся любые звездные карты достаточно крупного масштаба (например, карты «Звездного атласа» А. А. Михайлова, «Наука» 1969 г.).

*) Раздел написан Б. Ю. Левиным, а к четвертому изданию пересмотрен и дополнен А. Н. Симоненко при участии Р. Л. Хотинка.

**) Это значит, что метеор находится очень близко к своему радианту, т. е. летит прямо на наблюдателя.

Применяя карты, начерченные в гномонической проекции, или перенося пути метеоров с карты на специальные сетки *), радианты можно найти как точки, в которых пересекаются продолженные назад пути метеоров.

Наблюдатель должен уметь определять принадлежность метеора к тому или иному потоку. Легче всего научиться этому во время действия активных потоков (табл. 31), определяя их радианты. Определив положение радианта, сравнивают его с табличным (табл. 35). Площадь радиации составляет обычно $1-2^\circ$. Большие площади пересечения путей метеоров свидетельствуют о низкой точности нанесения путей метеоров на карты.

Метеоры одного потока сходны между собой по цвету, очерченности, наличию следов, вспышек и т. д. Сходство характеристик позволяет относить метеоры к тому или иному потоку, что важно в тех случаях, когда одновременно действует несколько близко расположенных радиантов. Опытные наблюдатели могут достаточно уверенно определять принадлежность метеора к потоку без нанесения на карту, если его радиант находится в поле зрения.

Организация наблюдений. Место для наблюдений должно быть выбрано так, чтобы намеченная для наблюдений область неба была хорошо видна, а сам наблюдатель защищен от постороннего света.

Наблюдатель должен удобно расположиться; если избранная область неба находится высоко над горизонтом, надо сидеть, удобно откинувшись назад, или даже наблюдать лежа. Ни в коем случае нельзя наблюдать, запрокидывая голову назад, — это нарушает кровообращение и вызывает уменьшение остроты зрения.

Наблюдатель должен иметь под рукой слабый источник света, журнал наблюдений, часы, звездную карту. Источник света должен освещать только часы, бумагу или карту. Очень удобен карманный электрический фонарик. Для ослабления света лампочка должна быть обернута красной материей.

Полезно иметь под руками бинокль на случай, если какой-либо метеор оставит длительный след.

При счете метеоров можно вести запись в темноте, не отрывая глаз от неба. Для этого накладывают на бумагу картон с горизонтальными прорезями, в которых и производят запись, либо ведут запись на верхнем краю листа бумаги и после каждой записи загибают исписанную полоску.

Поправка часов должна быть известна с точностью до одной минуты (случаи, когда требуется большая точность, отмечены особо). Для точной регистрации промежутков времени в несколько секунд (например, регистрация длительности следа метеора) желательно иметь часы с секундной стрелкой или секундомер.

Наблюдатель, систематически наблюдающий метеоры, должен иметь две тетради для записей: одну, в которой ведется запись не-

*) ВАГО изданы для наблюдений метеоров четыре карты неба в гномонической проекции. Их можно выписать по адресу: 103009, Москва, К-9, Абонементный ящик 918, ВАГО.

посредственно во время наблюдений, и другую, в которую все записи переносятся начисто по окончании наблюдений или на следующий день.

В журнал наблюдений записывается (как заголовок): 1) место наблюдений, 2) фамилии наблюдателей, 3) дата наблюдений, 4) цель наблюдений, 5) поправка часов до и после наблюдений, 6) время начала и конца наблюдений, 7) состояние неба (наличие облачности или дымки, Луны, положение Луны по отношению к наблюдаемой области, ее фаза), 8) состояние наблюдателя (бодрое, усталое, сонливое и т. д.), 9) размеры поля зрения и координаты его центра, при телескопических наблюдениях — применяемое увеличение.

Во время наблюдений записи делаются мягким простым карандашом. Они являются основным документом и должны тщательно сохраняться. Вносить при переписывании в чистовой журнал какие-либо изменения нельзя. Форма записи зависит от цели наблюдений.

Для того чтобы внимательность наблюдателя не снижалась к концу наблюдений (это особенно важно при счете метеоров), они должны длиться, как правило, не более четырех часов. Кроме того, во время наблюдений необходимо регулярно делать перерывы для отдыха. Зимой перерывы приходится делать чаще, чем летом; во вторую половину ночи — чаще, чем с вечера. Для удобства обработки наблюдений желательно, чтобы интервалы между перерывами составляли круглое число минут. Нерегулярные перерывы на 1—2 минуты крайне нежелательны; во всех случаях перерывы необходимо отмечать в журнале наблюдений.

Среднюю продолжительность времени, затрачиваемого наблюдателем на нанесение метеоров на карту и запись в журнал, желательно определять путем специального хронометрирования, с тем, чтобы его можно было учесть при обработке наблюдений.

Основные задачи наблюдений. Визуальные наблюдения метеоров в течение последних десятилетий обычно проводились по универсальной программе, охватывающей различные стороны явления. Многие вопросы метеорной астрономии, которые могли быть решены на основе таких универсальных наблюдений, уже изучены, и поэтому будущие наблюдения метеоров желательно проводить, заранее имея в виду изучение того или иного конкретного вопроса. Это даст возможность организовать их наивыгоднейшим образом и получить ценные результаты.

Можно указать ряд важных с научной точки зрения вопросов метеорной астрономии, которые могут быть исследованы на основе несложных любительских наблюдений.

Изучение метеорных потоков. Когда Земля, двигаясь по своей орбите, погружается в поток метеорных частиц и затем выходит из него, численность метеоров сначала нарастает, достигает максимума и затем снова спадает. В зависимости от ширины потока и условий его пересечения Землей он наблюдается от 10 часов (Квадрантиды) до месяца (Персеиды). На эти изменения численности метеоров, связанные с различием в пространственной плотности метеорных

тел в разных местах сечения роя, накладываются изменения численности, связанные с изменением зенитного расстояния радианта в пункте наблюдения. Систематический счет метеоров в течение всего времени активности потока позволит отделить одну причину изменений численности от другой и найти распределение пространственной плотности метеорных тел вдоль той дуги, по которой Земля пересекла рой.

Период обращения вокруг Солнца метеорных тел, образующих рой, составляет обычно несколько лет или несколько десятков лет. Поэтому в разные годы Земля встречает различные части роя. Если метеорные тела распределены вдоль орбиты неравномерно, то в разные годы численность метеоров одного и того же метеорного потока будет различной. Поэтому изучение распределения метеорных тел вдоль орбиты требует повторных наблюдений.

Важной характеристикой роя метеорных тел является распределение этих тел по массе. Оно различно для разных роев и даже для разных мест одного и того же роя. Все метеоры какого-либо потока имеют одинаковую скорость, и потому различия в их блеске обусловлены различием в массах (размерах) метеорных тел. Зная распределение метеоров по звездным величинам (функцию светимости), можно найти распределение метеорных тел по массе.

На интервале в несколько звездных величин функция светимости обычно оказывается близкой к геометрической прогрессии, т. е. если $A(m)$ и $A(m+1)$ — число метеоров m -й и $(m+1)$ -й звездных величин, то

$$\frac{A(m+1)}{A(m)} = \kappa, \quad (84)$$

где κ — постоянная, заключенная для большинства потоков между 2 и 4 (в среднем около 2,5). Формула (84) является приближенной и, если определять функцию светимости для большого интервала звездных величин, то κ оказывается различной для разных частей этого интервала.

Функции светимости вида (84) соответствует следующий закон распределения метеорных тел по массе M :

$$f(M) \Delta M = C \frac{\Delta M}{M^s}; \quad (85)$$

где $f(M)\Delta M$ — число метеорных тел с массами от M до $M+\Delta M$,

$$s = 1 + 2,5x \lg \kappa. \quad (86)$$

Постоянная x определяет зависимость силы света метеора I , характеризующей визуальной оценкой его звездной величины, от массы метеорного тела: $I = C_1 M^x$. Часто считают, что $x=1$, хотя, по-видимому, $x \approx 0,8$. Для большинства метеорных роев s заключено в пределах от 1,6 до 2,2.

Метеорные потоки могут сильно отличаться по скорости вступления метеорных тел в земную атмосферу, от чего в сильной степени зависит их блеск. Метеорные тела, создающие метеоры, например, 5-й звездной величины, в потоке, движущемся навстречу

Земле, приблизительно в 40 раз меньше (по массе), чем в медленном потоке, догоняющем Землю. Численность метеорных тел быстро возрастает при переходе от крупных к мелким [см. формулу (85)]. Поэтому мы преувеличиваем плотность встречных потоков и недооцениваем плотность догоняющих потоков. Для того чтобы при обработке наблюдений иметь возможность правильно провести пересчет и найти сравнимые друг с другом данные о численности метеоров разных потоков, надо знать и для этих потоков.

Для главных активных потоков положение радианта и его смещение за время действия потока известно в настоящее время с большой точностью (зачастую на основании фотографических наблюдений). Поэтому определение радиантов таких потоков, как Квадрантиды, Лириды, Персеиды, Ориониды, Тауриды, Леониды, Геминиды и ряд других, может иметь лишь учебный характер.

Каждую ясную ночь видны метеоры слабых потоков (с малым количеством метеоров). Слабые потоки изучены недостаточно и потому их нужно регулярно наблюдать, нанося метеоры на звездные карты и определяя их радианты. В частности, плохо изучены слабые радианты, действующие в окрестностях радианта каждого активного потока одновременно с этим потоком. Однако только квалифицированные наблюдатели, умеющие весьма точно наносить метеоры на карты, могут рассчитывать на то, что им удастся выделить метеоры слабых радиантов среди множества метеоров активного потока.

Известны случаи, когда слабые или совсем не известные потоки неожиданно давали в течение нескольких часов значительную численность метеоров. Это значит, что мы имели дело либо с потоком, у которого метеорные тела очень неравномерно распределены вдоль орбиты, и произошла встреча с главной, плотной частью роя, либо с потоком, орбита которого так изменилась под действием планетных возмущений, что произошло улучшение условий встречи Земли с роем. (Планетные возмущения могут также отклонить поток от орбиты Земли, т. е. могут вызвать исчезновение потока.) Наблюдения таких неожиданных активных потоков представляют собой особенно большой интерес.

Изучение спорадических метеоров. Метеоры, не принадлежащие потокам, называют спорадическими, случайными. Они порождаются метеорными телами, в одиночку движущимися в межпланетном пространстве. Условно к спорадическим метеорам наблюдатели относят и метеоры слабых, невыявленных или просто не известных им потоков.

Радианты спорадических метеоров можно определять из базисных наблюдений. Они разбросаны по всему небу, но больше всего их в окрестностях апекса. Дело в том, что блеск метеора сильно зависит от его скорости, и для того, чтобы создать метеоры одинакового блеска, медленные частицы, догоняющие Землю со стороны антиапекса, должны иметь массу на два порядка больше, чем быстрые встречные частицы. Так как число метеорных тел быстро растет с уменьшением их массы, это приводит к тому, что подавляющее большинство регистрируемых спорадических метеоров движется со стороны апекса. Эффект



Рис. 226. Две фотографии яркого метеорного следа, полученные с перерывами в несколько минут Д. Дебабовым 19 октября 1941 г. на Чукотке.

концентрации радиантов спорадических метеоров к апексу усиливается тем, что наблюдения ведутся с движущейся Земли, и сложение скоростей метеора и Земли приводит к смещению видимого радианта к апексу. Если же учесть оба описанных эффекта и рассматривать не метеоры одинакового блеска, а метеорные тела в одном и том же интервале масс, то окажется, что большинство их летит не навстречу Земле, а догоняет ее.

Часовое число спорадических метеоров растет по мере того, как апекс поднимается над горизонтом. Вечером видны редкие, медленные и длинные метеоры, к утру их сменяют частые, быстрые и короткие.

Зимой спорадических метеоров меньше, чем летом. Отчасти это объясняется меньшей высотой апекса в зимние месяцы, а отчасти — неравномерным распределением метеорных тел вдоль земной орбиты.

Проводя счет спорадических метеоров, можно изучать общие свойства метеорной материи в Солнечной системе: направление ее движения, пространственную плотность. Большую ценность представляют ряды наблюдений, выполненные одними и теми же наблюдателями. Наблюдать надо в течение всего темного времени нескольких последовательных ночей или в одни и те же часы на протяжении нескольких месяцев.

Пространственная плотность метеорных тел в межпланетном пространстве определяется как раз телами, которые порождают спорадические метеоры. Ежегодно они приносят на Землю несколько миллионов тонн вещества, которое распыляется в атмосфере и медленно оседает на поверхность.

Вклад метеоров потоков в общий приток метеорного вещества невелик. Геминиды, Тауриды и Персеиды приносят по несколько десятков тонн в год, Квадрантиды и η -Аквариды — по несколько тонн, Ориониды, Лириды и Леониды — по несколько сот килограммов. Лишь в годы метеорных дождей доля потоков возрастает.

Определение высот метеоров несколько лет назад представляло интерес для оценок плотности воздуха на высоте 80—125 км. В настоящее время плотность этих высоких слоев атмосферы успешно изучается с помощью геофизических ракет.

Поэтому любители астрономии должны теперь сочетать определение высот метеоров с наблюдениями длительных следов (см. следующий пункт), с тем, чтобы знать, к какой высоте относятся данные о ветре, получаемые по смещению следа.

Наблюдения метеорных следов. Яркие метеоры, в особенности принадлежащие к быстрым потокам (например, Персеиды, Леониды), зачастую оставляют на своем пути кратковременные следы. Изучение следов важно для уточнения физической теории метеоров и для исследования влияния метеоров на электрические свойства атмосферы (ионосферы). Исключительный интерес представляют длительные следы, видимые в течение нескольких секунд, а иногда и нескольких минут. За это время они, увлекаемые атмосферными течениями, успевают сместиться среди звезд (рис. 226). По направлению и скорости этого смещения можно найти направление и скорость

ветров в высоких слоях атмосферы. Ценность таких наблюдений значительно повышается, если одновременно определяется высота метеора, а вместе с тем и его следа (см. стр. 356).

Счет метеоров активных потоков. Число метеоров, замечаемых наблюдателем, зависит не только от истинной их численности, определение которой и является целью наблюдений, но также от высоты радианта, от размеров и высоты над горизонтом наблюдаемого участка неба, от прозрачности атмосферы и яркости фона неба и, наконец, от остроты зрения и от внимательности наблюдателя.

Острота зрения и внимательность наблюдателя могут быть оценены путем наблюдений по методу двойного счета (стр. 349).

Для учета изменений прозрачности атмосферы, влияния лунного света и других подобных факторов записывается предельная видимость звезд в наблюдаемой области неба.

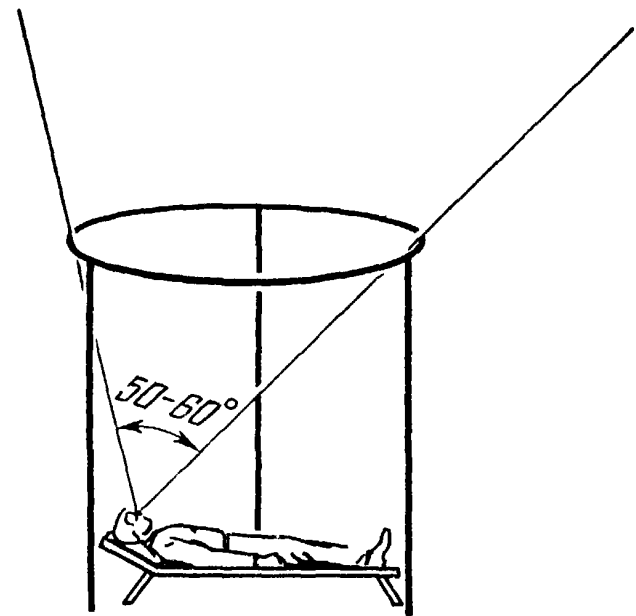


Рис 227 Рамка, ограничивающая поле зрения наблюдателя метеоров.

Необходимость учета размеров и высоты над горизонтом наблюдаемого участка неба часто упускалась из виду при проведении счета метеоров. Если наблюдать какое-либо определенное созвездие, то в течение ночи его высота над горизонтом будет меняться. Точно учесть влияние этого изменения высоты на численность метеоров невозможно. Поэтому счет метеоров следует вести на участке неба, занимающем неизменное положение по отношению к горизонту. Наблюдаемый участок неба следует ограничить с помощью специальной круглой рамки

(рис. 227). Можно воспользоваться обычным гимнастическим кругом, установив его на шестах так, чтобы ограниченное им поле зрения имело диаметр около 50° *).

Размеры отверстия и положение поля зрения должны регистрироваться в журнале наблюдений. Рамку, ограничивающую поле зрения, следует располагать горизонтально. В противном случае даже небольшие горизонтальные перемещения головы наблюдателя приведут к значительному изменению просматриваемого объема атмосферы, в котором вспыхивают метеоры.

Участок следует выбирать по возможности выше над горизонтом (нижняя граница его не должна быть ниже 30° над горизонтом).

Регистрируемое число метеоров уменьшается по мере увеличения зенитного расстояния радианта z . Это связано с тем, что поток метеорных тел при косом падении распределяется по большей площади атмосферы и в ограниченную рамкой область их попадает меньше. Кроме того, чем более наклонно движутся метеорные тела, тем слабее оказываются порождаемые ими метеоры. Это приводит к тому, что

*) При крайне редко случающихся «метеорных дождях», когда число метеоров может достигать нескольких сотен в минуту, считать метеоры на таком большом участке трудно и следует применять меньшие участки.

с увеличением z все бóльшая часть метеоров оказывается недоступной наблюдениям из-за уменьшения их блеска. Приблизленно учесть действие обеих причин можно, деля наблюденное число метеоров на $\cos^2 z$, что даст численность при радианте, как бы находящемся в зените. На самом же деле зависимость численности от высоты сложнее, и для ее изучения необходимо проводить наблюдения при различных положениях радианта, например, начиная их вскоре после восхода радианта или продолжая их почти до его захода.

Наряду с метеорами изучаемого потока в наблюдаемом участке неба будут появляться отдельные метеоры других слабых потоков. Для надежного опознавания метеоров потока надо наблюдаемый участок неба выбрать поближе к радианту изучаемого потока.



Рис 228 Организация наблюдений многократного счета метеоров (пять наблюдателей, один секретарь)

Рис. 228 дает представление об организации *многократного счета метеоров*, т. е. счета метеоров несколькими наблюдателями. Круговые рамки ограничивают для каждого наблюдателя поле поперечником 62° с центром в зените. Электрическим фонариком сигнализируют секретарю о пролете метеора в поле зрения данного наблюдателя. Характеристики метеоров (см. ниже) сообщаются словами.

Перед наблюдениями следует по координатам радианта (табл. 31) найти его положение на звездной карте, а затем с помощью карты найти и запомнить его положение среди звезд на небе. В дальнейшем при записях в журнале наблюдений метеоры, принадлежащие потоку, должны отмечаться специальным значком.

Наименее подготовленные наблюдатели могут вести простой счет, состоящий в регистрации общего числа метеоров, замеченных в наблюдаемом участке неба за некоторый промежуток времени. Этот про-

межутки времени может равняться одному часу для слабых потоков и 5—10 минутам во время максимума обильного потока. В журнале наблюдений записывается время начала и конца каждого промежутка и число замеченных метеоров (отдельно для метеоров изучаемого потока и прочих).

Несколько большей подготовки наблюдателя требует *квалифицированный счет*, при котором одновременно отмечаются физические характеристики метеоров, в первую очередь их блеск, угловая скорость и угловая длина пути. Между этими величинами существует за-

висимость, отображающая зависимость между массой и скоростью метеорного тела и длиной его видимого пути, т. е. длиной того участка его траектории в атмосфере, на котором происходит свечение.

Появление и исчезновение метеора могут произойти в пределах наблюдаемого участка неба или вне его (рис. 229). Это удобно отмечать следующими знаками:

метеор появился и исчез в пределах наблюдаемого участка ++;

метеор появился в пределах участка и вылетел за его границу +—;

метеор появился вне участка, но исчез в пределах участка —+;

метеор появился и исчез вне участка и только пересек его——.

При коллективных наблюдениях метеорных потоков счет метеоров невооруженным глазом чрезвычайно интересно дополнить счетом слабых, телескопических метеоров. Для этого в бинокль или в телескоп (при минимальном увеличении) наблюдается радиант или очень близкая к нему область*). При обработке наблюдений необходимо знать поле зрения бинокля или телескопа.

Наблюдения в бинокль или телескоп позволяют найти очень точное положение радианта, и потому обычно при этом проводится не только квалифицированный счет, но и нанесение метеоров на карту **).

Счет метеоров слабых потоков и спорадических метеоров. Для наблюдения следует выбрать участок неба, не меняющий своего положения по отношению к горизонту и странам света. Лучше всего выбрать его вблизи небесного меридиана, т. е. в северной или южной части небосвода. Наблюдаемый участок ограничивается так, как это было описано выше.

*) Вдали от радианта угловая длина и угловая скорость метеоров велики. При наблюдениях в бинокль или телескоп метеоры будут быстро пересекать поле зрения, и наблюдатель вообще не заметит метеор или не успеет запомнить его положение. Поэтому приходится отказаться от требования постоянства высоты над горизонтом наблюдаемого участка неба и наблюдать около самого радианта, потому что вблизи него угловая длина и угловая скорость метеоров малы.

**) Для этого необходимо иметь атлас с картами крупного масштаба.

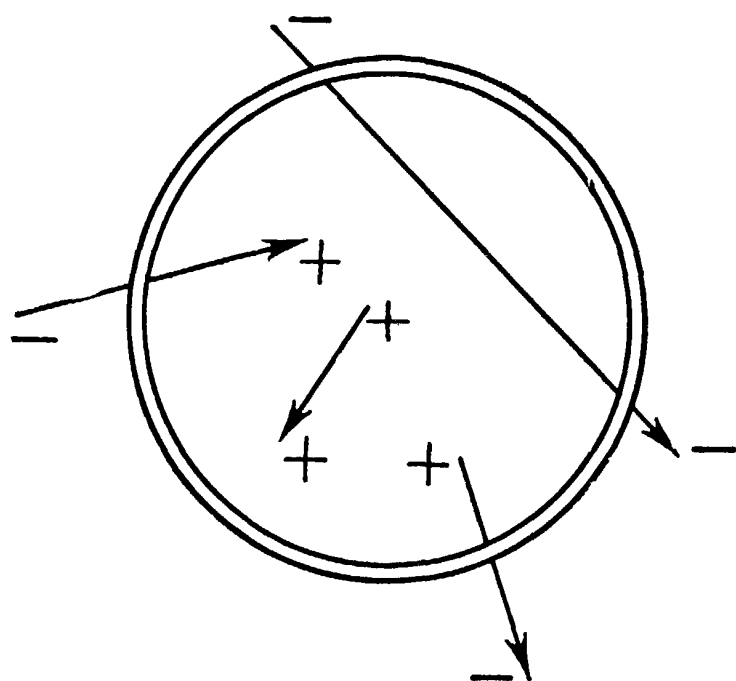


Рис. 229 Схема обозначения метеоров, наблюдавшихся в поле зрения.

Вечерние часы благоприятны для наблюдений метеоров, догоняющих Землю, а утренние часы — для встречных метеоров. Для равномерного охвата наблюдениями тех и других метеоров важно, чтобы середина наблюдений приходилась как раз на полночь по местному времени. Можно наблюдать, например, с 23^h до 1^h по местному времени или еще дольше, делая небольшие перерывы для отдыха, но можно наблюдать 1—2 часа с вечера и 1—2 часа под утро (например, с 20^h до 22^h и затем с 2^h до 4^h по местному времени).

Если подобная организация наблюдений невозможна, то следует наметить какие-либо определенные часы ночи и строго соблюдать их в продолжение всех наблюдений.

Представляют научную ценность длинные серии однотипных наблюдений. Особенно ценны наблюдения, проводимые в течение года или даже нескольких лет. При наличии нескольких наблюдателей интересны одновременные наблюдения северного и южного участков неба.

Когда нет активных потоков, число метеоров мало и поэтому не представляет труда вести не простой, а квалифицированный счет и, кроме того, регистрировать направление полета.

Регистрация этих величин позволит опытным наблюдателям в некоторых случаях выявить наличие радианта в пределах наблюдаемого участка неба или вблизи него без нанесения метеоров на карту.

Направление полета отмечается условно в «часах». В точку появления метеора мысленно помещается центр часового циферблата и записывается, к какому делению циферблата было направлено движение метеора. В таком случае 6^h означает направление вертикально вниз, 3^h — вправо, 9^h — влево и т. д.

Предельная видимость звезд регистрируется, как указано выше.

Если при счете спорадических метеоров наблюдатель замечает высокую активность какого-либо радианта, необходимо внимательно проверить это. Следует повернуться так, чтобы этот радиант оказался в пределах наблюдаемого участка неба. Надо в журнале наблюдений помечать специальным знаком метеоры из этого радианта, записав также его предполагаемое положение среди звезд. Желательно нанесение метеоров на звездную карту с целью определения координат радианта (см. ниже).

Двойной счет метеоров. Даже в пределах ограниченного участка неба наблюдатель, замечая все яркие метеоры, регистрирует лишь малую долю слабых метеоров. Для того чтобы узнать, какая доля метеоров той или иной звездной величины замечается наблюдателем, необходимо провести наблюдения по методу *двойного счета*.

Два наблюдателя, расположившись под одинаковыми рамками, одновременно наблюдают один и тот же участок неба и совершенно независимо друг от друга регистрируют замечаемые ими метеоры.

При обработке наблюдений надо иметь возможность установить, какие метеоры были замечены обоими наблюдателями. Для этого они должны регистрировать не только звездные величины метеоров, но и моменты их пролета и приблизительно положение в поле зрения.

Истинные поправки часов могут быть известны с точностью до 1 мин, но часы следует сверить до и после наблюдений с точностью до 1 сек и с такой же точностью регистрировать момент пролета метеора. Все перерывы в наблюдениях должны быть строго согласованы.

Пусть $A(m)$ — истинное число метеоров m -й звездной величины в наблюдаемом участке неба, $A_1(m)$ и $A_2(m)$ — числа метеоров этой звездной величины, замеченных первым и вторым наблюдателями, $A_{12}(m)$ — число метеоров, замеченных одновременно обоими наблюдателями, и, наконец, $\eta_1(m)$ и $\eta_2(m)$ — коэффициенты замечаемости обоих наблюдателей для метеоров m -й звездной величины. Тогда

$$A_1(m) = \eta_1(m) A(m); \quad A_2(m) = \eta_2(m) A(m), \\ A_{12}(m) = \eta_1(m) A_2(m) = \eta_2(m) A_1(m).$$

Следовательно,

$$A(m) = \frac{A_1(m) A_2(m)}{A_{12}(m)}, \quad (87)$$

$$\eta_1(m) = \frac{A_{12}(m)}{A_2(m)}, \quad \eta_2(m) = \frac{A_{12}(m)}{A_1(m)}. \quad (88)$$

Применение этих формул становится более надежным с увеличением $A_{12}(m)$. Во всяком случае $A_{12}(m)$ должно быть не менее 10. У квалифицированных наблюдателей значения $\eta(m)$, определенные по разным сериям наблюдений, должны быть близкими. Различия этих значений покажут, что наблюдатель еще недостаточно тренирован для проведения счета метеоров с научными целями.

Формула (87) позволяет найти истинное число метеоров при наблюдении по методу двойного счета, а формулы (88) дают коэффициент замечаемости отдельных наблюдателей, которые могут быть использованы в тех случаях, когда эти наблюдатели будут наблюдать поодиночке.

Проведение по методу двойного счета всех наблюдений, связанных со счетом метеоров, дает очень ценные научные результаты. Если же это невозможно, то следует время от времени проводить двойной счет метеоров с целью определения коэффициентов замечаемости для наблюдателей, участвующих в наблюдениях численности метеоров. Условия наблюдений при двойном счете должны при этом как можно точнее воспроизводить условия отдельных наблюдений (ограничение поля зрения рамкой и т. п.).

Метод двойного счета, конечно, может быть распространен на случай трех и более наблюдателей. Увеличение числа независимых наблюдателей повышает точность результатов.

Главной целью наблюдений по методу двойного счета является изучение численности и функции светимости метеоров. Если значения $A(m)$, вычисленные по формуле (87), нанести на график, на котором по горизонтальной оси отложено m , а по вертикальной $\lg A(m)$, то при функции светимости вида (84) точки должны расположиться вдоль прямой. Постоянная κ определяется по наклону этой прямой к горизонтальной оси ($\operatorname{tg} \varphi = \lg \kappa$).

Наблюдения по методу двойного (или многократного) счета позволяют, кроме того, определить систематические и случайные ошибки наблюдателей в оценке звездных величин и других физических характеристик метеора.

Журнал наблюдений метеоров по методу двойного или многократного счета (без нанесения на карту)

Набл. № ме- теора	I	II	III	IV	V	По- ток	Полож. в рам- ке	$m_{\text{ср}}$	ω балл угл. скорости
1	3	—	4	4	—	П	+	+	
2	1	0	1	1	0	П	—	+	
3	—	2	3	2	—	С	+	—	
4	—	4	1	5	4	П	+	+	
..									

- П р и м е ч а н и я. 1. В графах записывается блеск метеора по данным каждого наблюдателя; прочерк — наблюдатель не видел метеора.
2. Если наблюдатель видел метеор, но не определил блеск, ставится +; это необходимо для последующей обработки
3. П — изучаемый поток, С — спорадический.
4. $m_{\text{ср}}$ — заполняется после наблюдений.
5. ω отмечается баллами: 5 — быстрый, 3 — средний, 1 — очень медленный.

Предварительные результаты определения численности метеоров желательно направлять в ВАГО, например, по следующей схеме:

Дата	T	n	n'	$n_{\text{н}}$	$n'_{\text{н}}$	$i\%$	Распределение по звездным величинам						
							— 1 ^m и ярче	0 ^m	1 ^m	2 ^m	3 ^m	4 ^m	5 ^m
....													
....													
Всего ..							Всего ..						

T — чистое время наблюдений в часах, n — общее число метеоров, n' — число метеоров потока, $n_{\text{н}}$ — часовое число метеоров, $n'_{\text{н}}$ — часовое число метеоров потока, $i\%$ — отношение метеоров потока к общему числу.

Изучение радиантов слабых потоков. Для проверки существования тех или иных радиантов, уточнения их координат и выявления вновь появившихся радиантов необходимо наносить пути метео-

ров на звездную карту. Если метеоры наблюдаются в окрестностях радианта, со всех сторон от него, то его координаты определяются точнее всего (рис. 230). Если же наблюдаемый участок неба расположен далеко от радианта, то эти линии пересекаются под острыми углами, и потому небольшая ошибка в регистрации пути метеора сильно смещает точку пересечения и ведет к большой ошибке в определении координат радианта. Поэтому при изучении заранее известного радианта следует наблюдать его непосредственные окрестности, а при

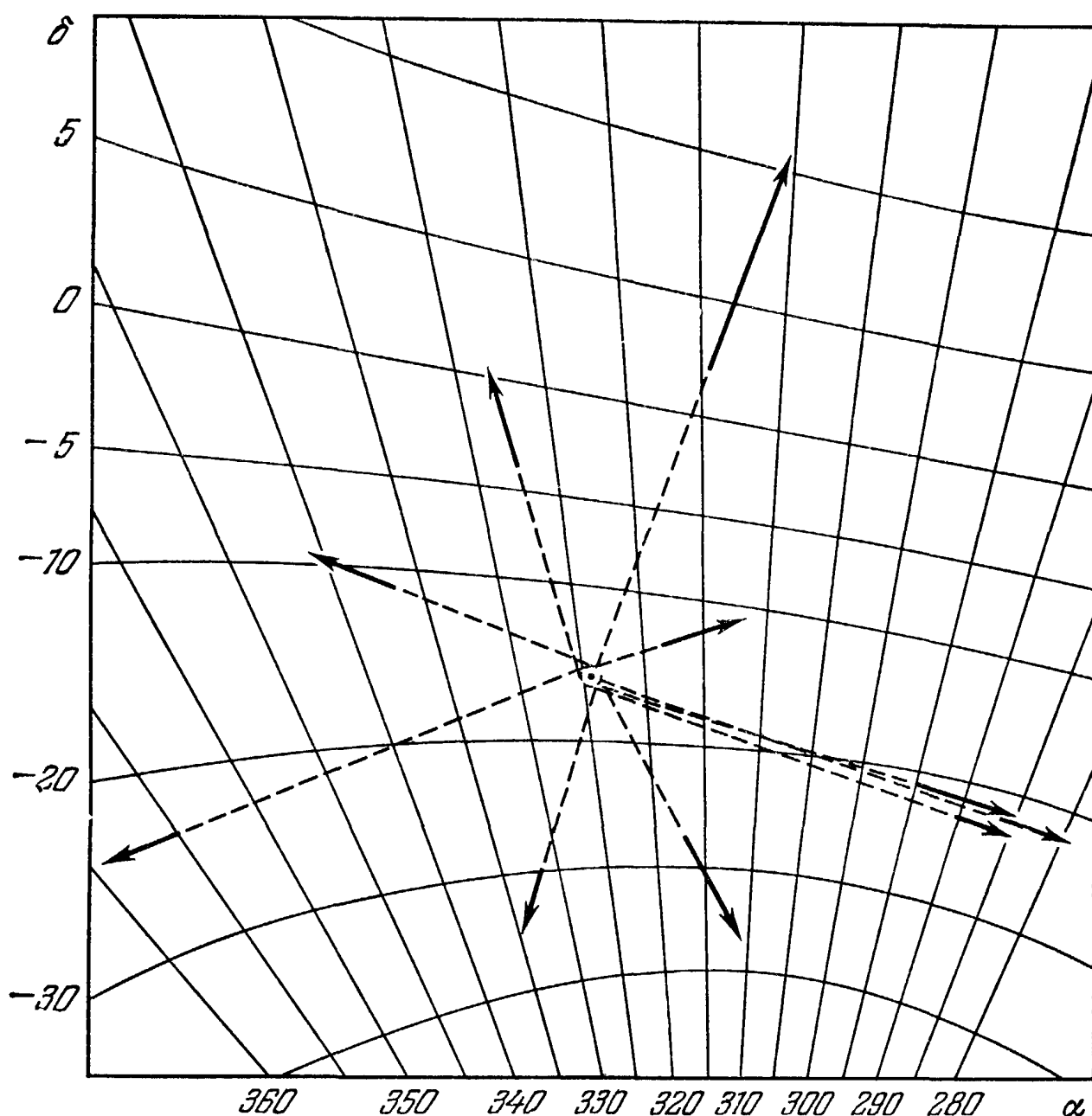


Рис. 230. Пример определения радианта на сетке Лоренцони. Радиант δ -Каприкорнид ($\alpha=324^\circ$, $\delta=-16^\circ$) 6 августа 1961 г по наблюдениям в Ашхабаде.

выявлении новых радиантов удастся надежно определить координаты только тех из них, которые лежат в пределах наблюдаемой области или вблизи нее.

Если наблюдения ведутся нерегулярно, то главной целью следует ставить проверку существования и изучение известных радиантов. Можно взять какой-либо каталог радиантов (например, приведенный в Постоянной части Астрономического Календаря) и для каждой ночи наблюдения выбирать ту область неба, в которой в данную ночь имеется радиант (или радианты) и которая в часы наблюдений удобно расположена.

Интересные результаты могут быть получены, если систематически (в течение ряда лет) следить за радиантами, которые давали в от-

дельные годы значительное число метеоров (см. табл. 32), либо следить за так называемыми *кометными радиантами*, т. е. радиантами, вычисленными по элементам орбит комет, проходящих вблизи земной орбиты *).

После пролета метеора наблюдатель не должен сразу переводить взгляд на часы или карту, а должен сначала запомнить путь метеора среди звезд (направление полета и положение точек появления и исчезновения). Например, метеор появился около γ Андромеды, летел в направлении, параллельном линии, соединяющей α и β Треугольника, исчез около линии, соединяющей α Андромеды и β Овна. Вовсе не обязательно знать названия тех звезд, по отношению к которым запоминается путь метеора, но надо уметь найти их на карте. Заметив момент времени по часам, наблюдатель наносит путь метеора на карту, помечает стрелкой направление его движения и около точки исчезновения указывает его порядковый номер, а затем в журнал наблюдений записывает порядковый номер метеора, звездную величину, угловую длину, угловую скорость, цвет, очерченность и какие-либо особенности (например, наличие вспышек, следа и т. п.). Момент пролета при этих наблюдениях можно отмечать с точностью до нескольких минут.

Ценность наблюдений возрастает, если проводить их непрерывными сериями много ночей подряд (насколько позволяет погода и Луна), наблюдая одну и ту же область неба. Тогда можно будет не только установить наличие радиантов, но и определить срок действия каждого из них и найти ход численности метеоров в течение этого срока.

Наблюдения с целью определения высот метеоров. Для определения высоты метеора необходимо из двух пунктов зарегистрировать его видимый путь среди звезд (*базисные наблюдения*). При визуальных наблюдениях наблюдатели располагаются на расстоянии 30—50 км друг от друга, а при телескопических на расстоянии 0,5—2 км.

Обработка таких наблюдений дает, кроме высоты метеора, приближенное положение его индивидуального радианта, что позволяет более уверенно установить его принадлежность к тому или иному потоку.

Пункты наблюдения желательно выбирать таким образом, чтобы прямая, их соединяющая (базис), была направлена по возможности перпендикулярно к направлению на радиант. Для того чтобы оба наблюдателя могли замечать одни и те же метеоры, они должны наблюдать одну и ту же область атмосферы на высоте около 80 км. В этом случае расстояния до метеора будут минимальными и ошибки в нанесении метеоров на карты скажутся меньше. При визуальных наблюдениях выгоднее всего наблюдать ту область, которая расположена над серединой базиса. Наблюдатели на концах базиса должны

*) Краткий список таких радиантов приведен в табл. 34, а полный их список опубликован Е. Н. Крамером в Известиях Астрон. обсерватории Одесского гос. ун-та, т. 3, 1953, и И. С. Астаповичем в Трудах Института физики и геофизики АН Туркменской ССР, т. 1, 1955.

располагаться лицом друг к другу и фиксировать свое внимание на участке неба, центр которого отстоит от зенита на $10\text{--}30^\circ$ (рис. 231).

При телескопических наблюдениях нужно наклонить оси биноклей или телескопов так, чтобы они пересекались на высоте 80 км над

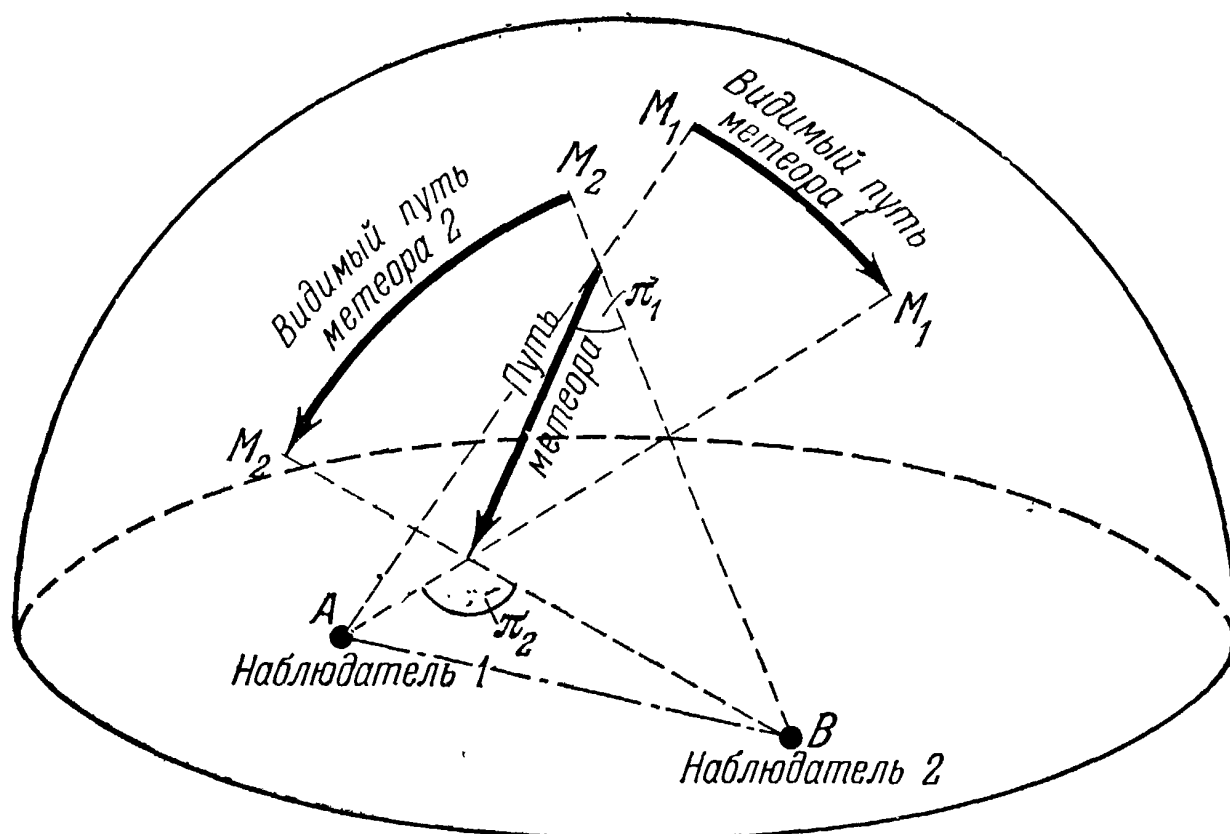


Рис. 231. Одновременные наблюдения метеоров из двух пунктов.

серединой базиса. Время начала и конца наблюдений, а также пере-
рывы должны быть заранее согласованы.

Для того чтобы увеличить число метеоров, замеченных с обоих
концов базиса, надо, чтобы внимание наблюдателей было сосредото-
чено на нужных участках неба и не отвлека-
лось в стороны. Это может быть достигнуто с
помощью таких же «метеорных рамок», какие
рекомендовались выше при описании счета
метеоров.

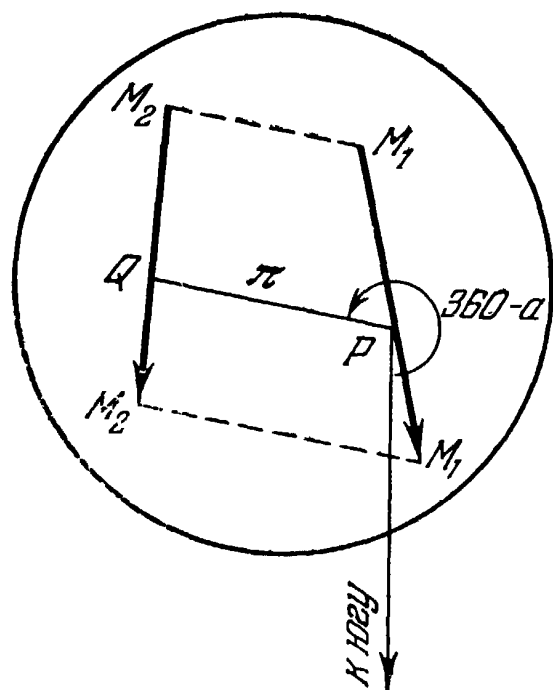


Рис. 232. К базисным наблю-
дениям метеоров.

Если наблюдения проводились в зенитной
области, то приближенное определение вы-
соты метеора не представляет труда. Пусть
 M_1M_1 и M_2M_2 — положения метеора среди
звезд, видимые из пункта A и B соответствен-
но. Как можно понять из рис. 232, «парал-
лактическое» смещение какой-либо точки ме-
теора, т. е. кажущееся смещение, происходит
в плоскости, проходящей через эту точку и
пункты наблюдений. Каждой точке P на
 M_1M_1 соответствует на M_2M_2 вполне опре-

деленная точка Q . Если a — азимут пункта B относительно A , то
положение Q найдем, проведя через P прямую под углом $360^\circ - a$ к
небесному меридиану до пересечения с M_2M_2 . Измерив расстояние PQ
в градусах, находим величину параллактического смещения π вы-
бранной точки. После этого приближенное значение высоты этой точки

вычисляется по формуле

$$H = \frac{d}{\sin \pi},$$

где d — расстояние между пунктами наблюдений.

Если метеор оставил след или если наблюдались вспышки, то место следа или вспышек помечается на карте, а описание записывается в журнал наблюдений (в графе «Примечания»). Очень важно отмечать смещение следа (см. ниже) и звездную величину вспышек.

Во время очень обильных метеорных потоков желательно проводить



Рис. 233. Фотографирование с неподвижной камерой. Снимок двух метеоров.



Рис. 234. Фотография яркого метеора 28 ноября 1938 г., полученная В. А. Начапкинским (Душанбе). Объектив — Триотар Цейсса.

наблюдения с помощником (секретарем). Помощник по знаку наблюдателя (возглас «есть!») отмечает по часам время и под диктовку записывает в журнал остальные данные. Сам наблюдатель наносит путь метеора на карту.

Фотографирование метеоров. С помощью любой светосильной камеры удастся фотографировать яркие метеоры. Камера может быть

установлена неподвижно и направлена на нужный участок неба. Снимок делается с выдержкой в 1—3 часа (при Луне приходится делать меньшие выдержки) (рис. 233). Если камера следует за движением звездного неба, то звезды получаются точками (рис. 234). В обоих случаях надо записать момент пролета яркого метеора.

Так как яркие метеоры появляются редко, то один снимок метеора удастся получить в среднем за 100 часов экспозиции. Во время активных потоков, например, Персеид, один снимок получается в среднем за 20 часов выдержки, а во время метеорных дождей Драконида в 1933 г. и 1946 г. и Леонид 1966 г. число метеоров было так велико, что на одной пластинке получилось

10—40 метеоров. Обычно фотографирование метеоров ведут несколькими камерами, охватывающими все небо, смонтированными для удобства в так называемый *метеорный патруль* (рис. 235).

Случайные разрозненные фотографии метеоров представляют малую научную ценность. Исключение составляют только редкие снимки с длиннофокусными камерами, на которых зачастую можно видеть дробление и другие особенности, незаметные на снимках ма-



Рис. 235 Малый портативный экспедиционный метеорный патруль конструкции В. В. Мартыненко (Симферополь) Снят во время вращения обтюратора (фотография В. Л. Боммара)

лого масштаба. В то же время весьма ценными являются снимки одного и того же метеора, сделанные из двух пунктов, причем хотя бы в одном из них перед объективом должен быть установлен *обтюратор* (затвор), вращающийся со строго фиксированной скоростью (как на рис. 235). Такие парные снимки позволяют найти высоту, скорость, торможение и некоторые другие характеристики метеора, а также ценные данные о тех слоях атмосферы, в которых он наблюдался. *Базисное фотографирование* метеора следует проводить во время действия активных потоков. При выборе базиса и участка неба следует руководствоваться теми же указаниями, которые были даны при описании визуальных базисных наблюдений. В Постоянной части АК можно найти дополнительные советы как по организации фотографических наблюдений, так и по визуальным наблюдениям метеоров.

Наблюдения следов метеоров. Регистрацию следов метеоров желательно включать в программу квалифицированного счета. Особенно важно это делать при наблюдениях активных потоков.

Для кратковременных следов, видимых в течение долей секунды, надо оценивать их продолжительность и отмечать их положение по отношению к началу и концу видимого пути метеора. У длительных

следов надо регистрировать их смещения относительно звезд и изменения формы и ширины.

Надо сделать несколько последовательных зарисовок формы и положений следа среди звезд, отмечая с точностью до секунды момент каждой зарисовки *). Наблюдению таких следов очень помогает бинокль: в него след виден дольше, чем невооруженным глазом, и кроме того, легче регистрировать его ширину.

При зарисовке следа, наблюдаемого в бинокль, рисуется на глаз карта нужного участка неба, а по окончании наблюдений этот участок неба находится по подробному звездному атласу, копируется на кальку и затем положения следа перерисовываются с «самодельной» карты на эту копию. К зарисовке прилагается подробное описание следа, а также самого метеора (его звездная величина, продолжительность и пр.).

Смещение ярких следов можно наблюдать с помощью небольшого телескопа при наименьшем увеличении. Телескоп должен быть установлен на прочном штативе. Заметив яркий след, наблюдатель быстро наводит на него телескоп, устанавливает в центре поля зрения какой-либо сгусток в следе или излом и закрепляет телескоп на штативе. Затем он наблюдает смещение сгустка или излома. Величину смещения λ выражают в долях поперечника поля зрения, а направление смещения γ — в «часах», мысленно помещая циферблат в центре поля зрения (стр. 349). Наблюдения ведут до полного исчезновения следа, а в случае необходимости время от времени передвигают телескоп. Зная поле зрения телескопа (стр. 276), можно определить смещение следа в градусах или минутах дуги. Для вычисления скорости дрейфа нужно знать еще зенитное расстояние следа z и его азимут a . Пусть λ — угловое смещение какой-либо точки следа в минутах дуги за время Δt , γ — позиционный угол направления смещения, отсчитываемый от направления к зениту по часовой стрелке, z и a — зенитное расстояние и азимут следа (см. рис. 236). Тогда компоненты угловой скорости ω выражаются формулами

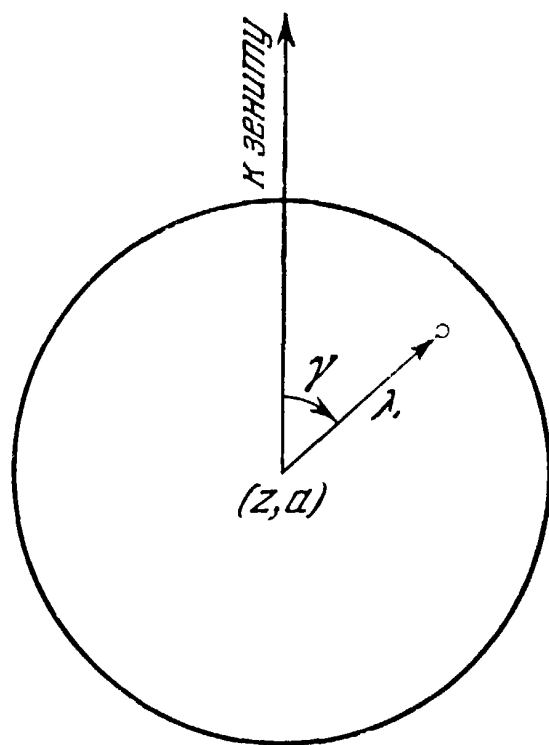


Рис 236. К наблюдениям метеорных следов

$$\left. \begin{aligned} \omega_z &= \frac{\lambda \cos \gamma}{\Delta t} = -\omega \cos \gamma, \\ \omega_a &= \frac{\lambda \sin \gamma}{\Delta t} = \omega \sin \gamma. \end{aligned} \right\} \quad (89)$$

Предполагая, что след смещается в горизонтальном направлении,

*) Важно точно знать промежутки времени между последовательными зарисовками. Поэтому секунды записываются и в том случае, когда поправка часов точно не известна.

находим компоненты линейной скорости смещения:

$$v_x = H \sec^2 z \frac{\omega_z}{3438}, \quad v_y = -H \sec z \frac{\omega_a}{3438}. \quad (90)$$

Здесь v_x — горизонтальная скорость в направлении азимута (она положительна при удалении от наблюдателя), v_y — горизонтальная скорость в перпендикулярном направлении (т. е. в направлении азимута $= a - 90^\circ$),

$$\frac{1}{3438} = \text{arc } 1', \text{ а } H — \text{высота следа.}$$

Когда H выражено в км, то формулы (90) дают скорость в км/сек, H можно определить из базисных наблюдений, а если они не проводились, то грубо принимают $H \approx 70$ км (средняя высота наиболее яркой части длительных следов).

Большую ценность в настоящее время представляют фотографии следов, особенно базисные. Получить их нетрудно. Любая светосильная камера (типа ФЭД) крепится к телескопу так, чтобы их оптические оси совпадали. Наведя телескоп на след, тем самым наводят и камеру. Затем начинают фотографирование. Рекомендуются выдержки по 10—15 секунд с такими же перерывами между ними. После каждой экспозиции пленку перематывают, чтобы изображения следа не наложились друг на друга. Удобна камера «Ленинград» с автоматической перемоткой пленки. При быстром движении следа можно все экспозиции сделать на один кадр, периодически прикрывая объектив каким-либо непрозрачным экраном при открытом затворе. Необходимо следить за тем, чтобы при открывании и закрывании затвора или объектива и при перемотке пленки камера не смещалась. Моменты начала и конца экспозиций должны быть известны до 1^с.

Из-за малой яркости следов необходима максимальная чувствительность пленки. Наиболее простой способ повышения чувствительности состоит в предварительной засветке, которую можно осуществить, фотографируя белую стену, очень слабо освещенную рассеянным светом.

6. О сборе метеоритов и о наблюдении явлений, сопровождающих падения метеоритов

Метеориты до последнего времени представляли собой единственные небесные тела, доступные непосредственному лабораторному исследованию. Правда, в 1969 г. к ним прибавились образцы лунного грунта, но тем не менее всестороннее изучение метеоритов чрезвычайно важно для науки.

Лицам, обнаружившим метеорит и направившим его в Комитет по метеоритам Академии наук СССР *), либо в республиканские Комиссии по метеоритам, выдается денежная премия.

*) Москва, В-313, ул. Марии Ульяновой, д. 3, корп. 1.

Далеко не всегда можно отличить метеорит от обычных горных пород, особенно если он долго лежал в земле и подвергался действию воды и воздуха. Метеориты бывают: *каменные*, *железно-каменные* и *железные*. Непосредственно после падения большинство из них имеет неправильную обломочную форму: со всех сторон они покрыты тонкой черной корой плавления. Часто кора бывает блестящая, как бы

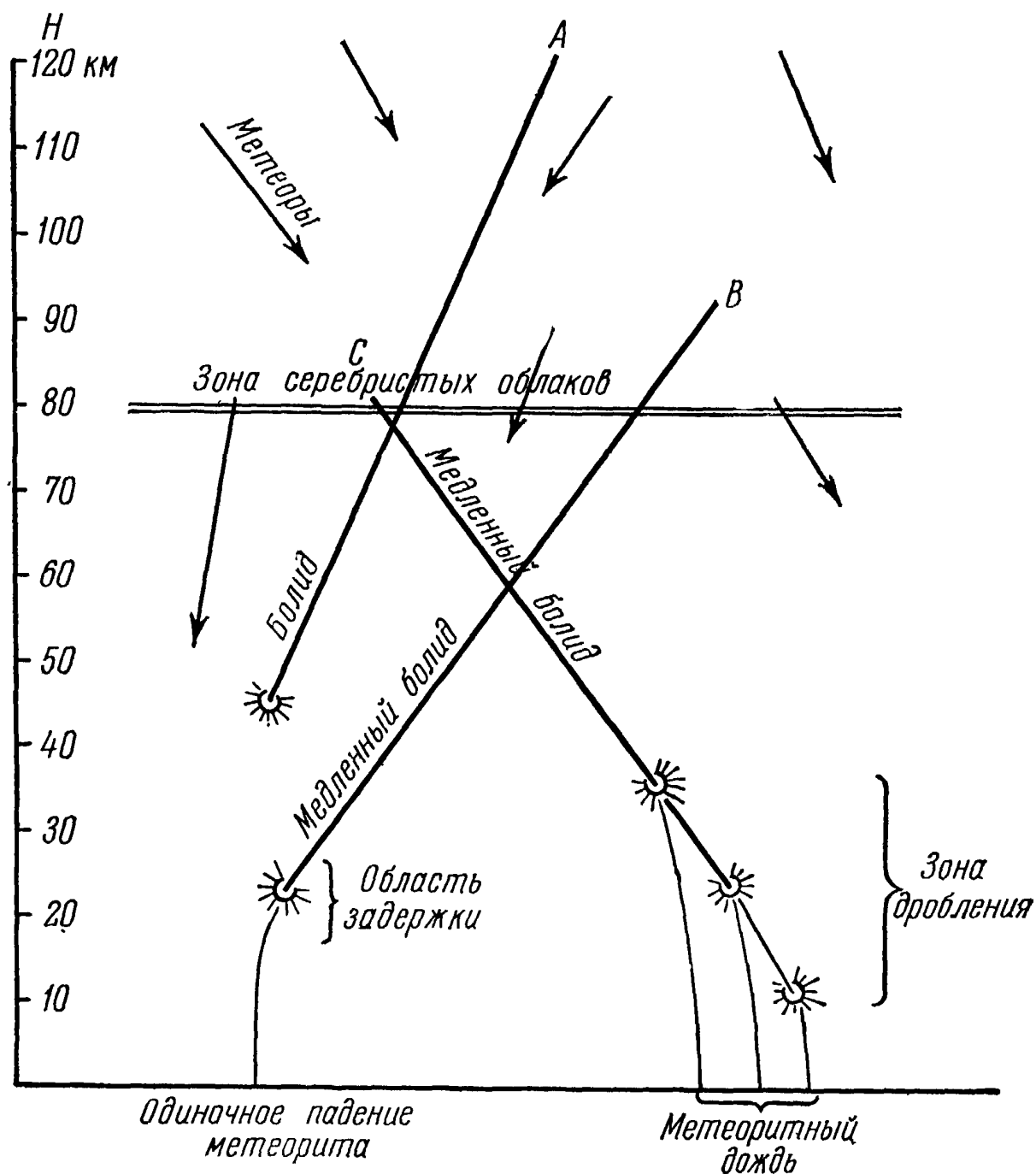


Рис. 237. Болиды и метеориты А — быстрый болид, полностью сгорающий в атмосфере, В — медленный болид, порождающий одинокий метеорит, С — болид, претерпевающий дробление и порождающий метеоритный дождь

покрытая лаком. Некоторые метеориты имеют конусообразную форму. В изломе они обычно серого цвета и напоминают куски земных пород. Метеориты, долго пролежавшие в почве, приобретают темный красновато-бурый цвет; каменные метеориты особенно быстро подвергаются разрушению. Еще одной особенностью поверхности метеорита являются вмятины, напоминающие отпечатки пальцев на мягкой глине (*регмаглипты*).

Каменные метеориты во многих случаях дробятся на части еще в воздухе и выпадают в виде *метеоритных дождей* (рис. 237). Поэтому, найдя каменный метеорит (в особенности, если он имеет следы разлома), надо продолжить поиски в окружающей местности (иногда

на площади в несколько квадратных километров). Площадь, на которую выпал метеоритный дождь, обычно напоминает эллипс, вытянутый по направлению полета (*эллипс рассеяния*).

Можно полагать, что в год на Землю падает около тысячи метеоритов весом до десятков килограммов. Из них только 4—5 становятся достоянием науки. Остальные падают в моря и океаны, в пустыни и безлюдные места.

В случае нахождения только что упавшего метеорита важно подробное описание всех явлений, которые сопровождали падение. Необходимо собрать как можно больше свидетельских показаний, чтобы по ним восстановить картину явления, называемого *болидом* (стр. 104), которое завершилось выпадением метеорита, и вычислить путь метеорного тела до его встречи с Землей.

Наблюдатель (или обследователь, если речь идет о сборе сведений от очевидцев падения) должен зарегистрировать видимый путь болида (среди звезд или относительно окружающих предметов), дату, время и продолжительность полета, размеры и яркость болида, его видимую во время полета форму, цвет, освещенность местности во время вспышки, поведение следа, который часто продолжительное время остается на небе после пролета болида, звуковые явления; полезно сделать зарисовки или фотографии следа, а также места падения метеорита.

Обследование места падения также должно быть очень тщательным и результаты его должны быть подробно записаны. Сюда входит: точное указание времени обследования, описание места падения (план, рисунки), описание почвы, характера изменений, произведенных падением метеорита, описание расположения самого метеорита в момент его обнаружения и всех других обстоятельств. Все подробности, касающиеся места падения и самого метеорита, весьма существенны и должны тщательно фиксироваться. Всякий камень, похожий на метеорит, надо непременно передавать местным властям для пересылки в одно из научных учреждений. Фамилии и адреса очевидцев надо записать.

Инструкции по сбору метеоритов содержатся в книге Е. Л. Кринова «Вестники Вселенной», а также в ЗиВ, 1965, № 3, 80—82 (статья И. Т. Зоткина).

7. Наблюдения переменных звезд

В наблюдении переменных звезд традиционно принимают активное участие любители астрономии. Исследованию переменных звезд посвящено много книг и статей. Имея в виду, что любитель астрономии, серьезно заинтересовавшийся переменными звездами, обратится к ним (стр. 379), приводим здесь лишь основные сведения о наблюдении переменных звезд и первоначальной обработке наблюдений.

Визуальные наблюдения. Сообразуясь со своими оптическими средствами (бинокль, монокуляр, труба или невооруженный глаз), наблюдатель может выбрать из таблиц 57 и 58 те переменные звезды

(для начала две-три), которые видны на небе в это время года *). Простому глазу доступны переменные звезды до 4-й звездной величины, призмному биноклю — до 8-й, в телескоп с отверстием 8—10 см можно наблюдать переменные звезды до 11—12-й величины. В книге «Переменные звезды и способы их наблюдений» П. П. Паренаго и Б. В. Кукаркина имеются карты окрестностей и величины звезд сравнения для большинства переменных звезд таблицы 58. Для всех звезд таблицы 57 на стр. 530—534 даны карты окрестностей.

Для тех переменных звезд, для которых нет карт окрестностей и нет звезд сравнения, надо, пользуясь каким-либо звездным атласом, подобрать звезды сравнения и освоиться с их расположением как на картах, так и на небе. Лучше выбирать темные ночи и предохранять глаза от ярких источников света. Перед наблюдениями полезно побыть некоторое время в темноте — чувствительность глаза увеличивается в 200 000 раз по сравнению с дневной чувствительностью через час пребывания в темноте. Слабое красное освещение ускоряет процесс адаптации к темноте. Фонарь, при свете которого записываются оценки, должен быть очень слабым и давать узкий пучок лучей, освещающий нужное место журнала наблюдений. При наблюдениях надо располагаться как можно удобнее, так как иначе быстро наступающая мышечная усталость скажется на точности оценок. При последовательных оценках одной и той же переменной надо стараться забыть предыдущую оценку и новую делать совершенно независимо от прежних. *Ошибку положения* — зависимость оценки от положения линии, соединяющей две сравниваемые звезды, можно устранить применением *реверзионной призмы* на окуляре — вращающейся призмы, позволяющей любую пару звезд увидеть на одной горизонтальной линии. Другой прием состоит в употреблении звезд сравнения, расположенных во всех направлениях от переменной.

В зависимости от амплитуды переменной приходится пользоваться тремя — четырьмя и большим числом звезд сравнения.

Для приобретения опыта в оценках надо начать с наблюдений хорошо изученных переменных звезд, таких, как, например, δ Ser, η Aql, β Lyr, β Per.

Оценивать блеск переменной звезды надо, сравнивая переменную с двумя звездами неизменного блеска (*звездами сравнения*), из которых одна ярче, а другая слабее переменной. Для увеличения точности лучше сравнивать с двумя-тремя такими парами. Само сравнение блеска звезд можно проводить по-разному, например, оценивая блеск переменной в десятых долях «интервала» блеска между двумя звездами сравнения. Этот *интерполяционный метод Пикеринга* весьма удобен в том случае, когда величины звезд сравнения известны. Однако, имея в виду случаи, когда величины звезд сравнения должны быть определены самим наблюдателем, предпочтительнее привыкать к *интерполяционно-степенному методу Блажко — Нэйланда*.

*) Сведения о всех обозначенных переменных звездах даны в третьем издании ОКПЗ, которое вышло в Москве в 1969—1970 гг.

Это — сочетание интерполяционного метода Пикеринга со степенным методом, предложенным около 100 лет назад Аргеландером. Изложение способа степеней дано Аргеландером в следующих словах:

«Если две звезды, разница в блеске которых определяется, кажутся мне всегда одинаково яркими или если я могу то одну, то другую оценить как немного более яркую, то я называю такие звезды одинаково яркими и отмечаю это в записи тем, что обозначения их ставлю рядом. Если сравниваются две звезды, a и b , то я пишу ab .

Если мне на первый взгляд звезды кажутся одинаково яркими, но при внимательном рассматривании и при повторном переносе взгляда то с a на b , то с b на a звезда a кажется мне всегда или за редким исключением чуть заметно ярче b , то я называю a на 1 степень более яркой, чем b , и обозначаю это $a1b$, а если, напротив, b ярче a , то $b1a$, так что всегда более яркая звезда становится перед числом, а более слабая после него.

Если одна звезда кажется определенно и вне всяких сомнений ярче другой, то такое различие принимается за две степени и обозначается $a2b$, если a ярче b , или $b2a$, если b ярче a .

Бросающееся в глаза с первого же взгляда различие соответствует трем степеням и обозначается $a3b$ или $b3a$.

Наконец, оценка $a4b$ обозначает еще более разительное отличие».

На первый взгляд понятие степени представляется весьма расплывчатым. Однако величина степени у наблюдателя довольно скоро устанавливается (около $0^m,1$) и устойчиво держится постоянной.

В способе Блажко — Нэйланда для каждой оценки используются также две звезды сравнения: одна ярче, другая слабее переменной. Наблюдатель, вглядываясь попеременно то в одну, то в другую, оценивает число аргеландеровских степеней, которые умещаются между ними, затем переводит взгляд на переменную и таким же образом оценивает число степеней между каждой из звезд сравнения и переменной; производя это несколько раз, получает некоторым образом «согласованную» оценку.

Записывается это так (v обозначает переменную): $a3v2b$, $a2v5b$ и т. д.

При оценках блеска надо:

1) звезды сравнения выбирать как можно больше подходящие к переменной по их блеску и цвету (последнее для устранения эффекта Пуркинье *);

2) при наблюдении какой-нибудь звезды привести ее в центр поля зрения; если обе звезды не видны одновременно вблизи центра поля зрения, то переводить трубу или бинокль при каждой оценке блеска;

3) при наблюдении очень слабых звезд можно пользоваться боковым зрением, глядя не на саму звезду, а немного в сторону; цент-

*) Эффект Пуркинье, связанный с цветностью источника света, заключается в том, что в силу кумуляции (накопления) впечатления источник красного цвета кажется более ярким, чем источник такой же силы, но другого цвета; при удалении от наблюдателя дольше будет виден как более яркий источник красного цвета (именно поэтому всегда сигнальные огни, предупреждающие об опасности, — красного цвета).

ральная часть ретины глаза менее чувствительна, чем остальные ее части, и таким образом можно увидеть более слабые звезды; точность таких наблюдений, однако, невысока;

4) момент наблюдения надо заметить по выверенным часам и записать в журнале: при периодах переменных короче $0^{\text{д}},2$ отметить время с точностью до $0^{\text{д}},0004$, т. е. до 0,5 минуты (особое внимание к ходу часов! регулярные проверки часов по радиосигналам времени!); при периодах до $2^{\text{д}}—3^{\text{д}}$ требуемая точность $0^{\text{д}},001$, т. е. около 2 минут; при периодах более $3^{\text{д}}—0^{\text{д}},0,1$, т. е. до 15 минут, для долгопериодических переменных с точностью до $0^{\text{д}},1$ и даже до $1^{\text{д}}$;

5) в журнале наблюдений вначале должны быть приведены все сведения об инструменте, дата, поправка часов, затем название наблюдаемой звезды, момент, оценка, примечания.

Ненадежная оценка отмечается двоеточием «:», очень неуверенная оценка сопровождается двойным двоеточием «::». Эти значки должны всюду сопровождать оценку и выведенный из нее блеск переменной. Особенно надежное наблюдение отметить знаком «!». В графе «Примечание» — данные о Луне (ее фаза и близость к переменной), облака, туман и прочие метеорологические явления, заря, освещенность неба фонарями (в городе), состояние наблюдателя (например: очень утомлен, нездоров и т. д.).

В журнале должны находиться карты окрестностей переменных с аккуратно отмеченными звездами сравнения. В журнале записи ведутся в хронологическом порядке, иногда по нескольким переменным. Для дальнейшей обработки наблюдений надо завести для каждой переменной особую тетрадь, в которую выписывать из журнала моменты и оценки и заготовить для последующей обработки следующие графы: № п/п, время, юлианский момент (см. ниже), оценка, блеск, фаза, примечание.

Наблюдая физическую переменную (стр. 150) со светофильтрами (например, соответствующими фотометрической системе *UBV*; стр. 117), можно получить кривые блеска в разных лучах и кривую показателя цвета (например, *B—V*), связанную с изменениями температуры поверхности переменной.

Счет времени. При исследовании различных периодических астрономических явлений, в том числе изменений блеска переменных звезд, пользуются предложенным в 1583 г. Жозефом Скалигером для целей истории и хронологии особым счетом дней так называемого «юлианского периода» *), или «юлианских дней». Счет этот ведется от гринвичского полудня 1 января 4713 г. до нашей эры (—4712 г.

*) Юлианский период в 7980 лет = $28 \cdot 19 \cdot 15$ лет представляет собой наименьшее кратное трех циклов: солнечного в 28 лет, приводящего дни недели на те же числа месяца, лунного цикла Метона в 19 лет, приводящего лунные фазы на прежние числа месяца и периода в 15 лет, так называемого римского индиктиона, по прошествии которого в римской империи взималась чрезвычайная подать. Год 4713 до н. э. был первым годом одновременно во всех трех циклах. Конец первого юлианского периода придется на 23 января 3268 года по григорианскому календарю. В астрономических календарях даются числа юлианского периода на каждый день. В табл. 86 даны юлианские даты начала (нулевого числа) каждого месяца с 1900 по 2000 гг.

по астрономическому счету лет) по юлианскому календарю. Он охватывает собой почти всю историю человечества. Каждый день при этом счете имеет свой порядковый номер. Юлианские сутки начинаются в средний гринвичский полдень. Так, например, юлианская дата 2431255,0 соответствует 13,5 июня 1944 г. Моменты наблюдений выражают в юлианских сутках и их долях: например, 3 часа дня в Гринвиче 2 августа 1942 г. будет соответствовать юлианской дате 2430574,125 (см. табл. 85—88).

Световое уравнение. При наблюдении короткопериодических переменных приходится учитывать так называемое *световое уравнение*, поскольку мы наблюдаем с движущейся Земли, т. е. из различных точек земной орбиты. Все моменты «приводятся к Солнцу» прибавлением поправки, вычисляемой по формуле

$$\Delta t = -0^d,0058 \cos \beta \cos (L_{\odot} - \lambda), \quad (91)$$

где λ и β — эклиптические координаты звезды, $L_{\odot}$ — долгота Солнца *). Поправка может достигать $+0^d,0058 = \pm 8^m,306$ (время прохождения светом среднего расстояния от Земли до Солнца). Удобная номограмма М. С. Зверева по α и δ звезды сразу дает поправку Δt для любого дня в году (Приложение XIII).

Средняя кривая. Световые элементы. Для переменных, показывающих строгую периодичность, возможно сведение всех наблюдений в одну среднюю *кривую*, так как кривая блеска во всех деталях повторяется от периода к периоду.

Для этого надо вычислить фазу каждого наблюдения, т. е. промежуток времени от момента ближайшего предшествующего максимума или (в случае затменных звезд) минимума.

Так называемые *световые элементы* переменной дают: момент («юлианскую» дату) некоторого начального максимума, иначе говоря, начальную эпоху T_0 , и период P . Тогда момент любого другого максимума вычислится по формуле

$$T_{\max} = T_0 + P \cdot E, \quad (92)$$

где E — целое число (число эпох). Любой момент наблюдения T_i можно представить формулой

$$T_i = T_0 + P \cdot E + \Phi^d, \quad (93)$$

где $T_0 + P \cdot E$ дает момент ближайшего предшествующего минимума, Φ^d — фаза, выраженная в днях и долях дня, причем фаза всегда меньше, чем период P .

Если эту формулу несколько видоизменить:

$$T_i - T_0 = P \cdot E + \Phi^d \quad (94)$$

и разделить на P , то мы получим формулу

$$\frac{1}{P} (T_i - T_0) = E + \Phi^P, \quad (95)$$

*) Точнее, $\Delta t = -0,0058 \cos \beta \cdot R \cdot \cos (L_{\odot} - \lambda)$, где R — радиус-вектор Земли, выраженный в долях среднего расстояния Земли от Солнца.

где Φ^P — фаза, выраженная в долях периода. Эта формула особенно удобна для вычислений на арифмометре. Предварительно вычислив величину $1/P$, устанавливаем на счетчике оборотов (окна слева) эпоху начального максимума T_0 (или минимума у затменных переменных), а на спицах — величину $1/P$. В правых окошках каретки должны быть одни нули. После этого, вращая рукоятку, устанавливаем на счетчике оборотов юлианскую дату данного момента *). Тогда в правых окнах получим E (число эпох) и Φ^P — фазу, выраженную в долях

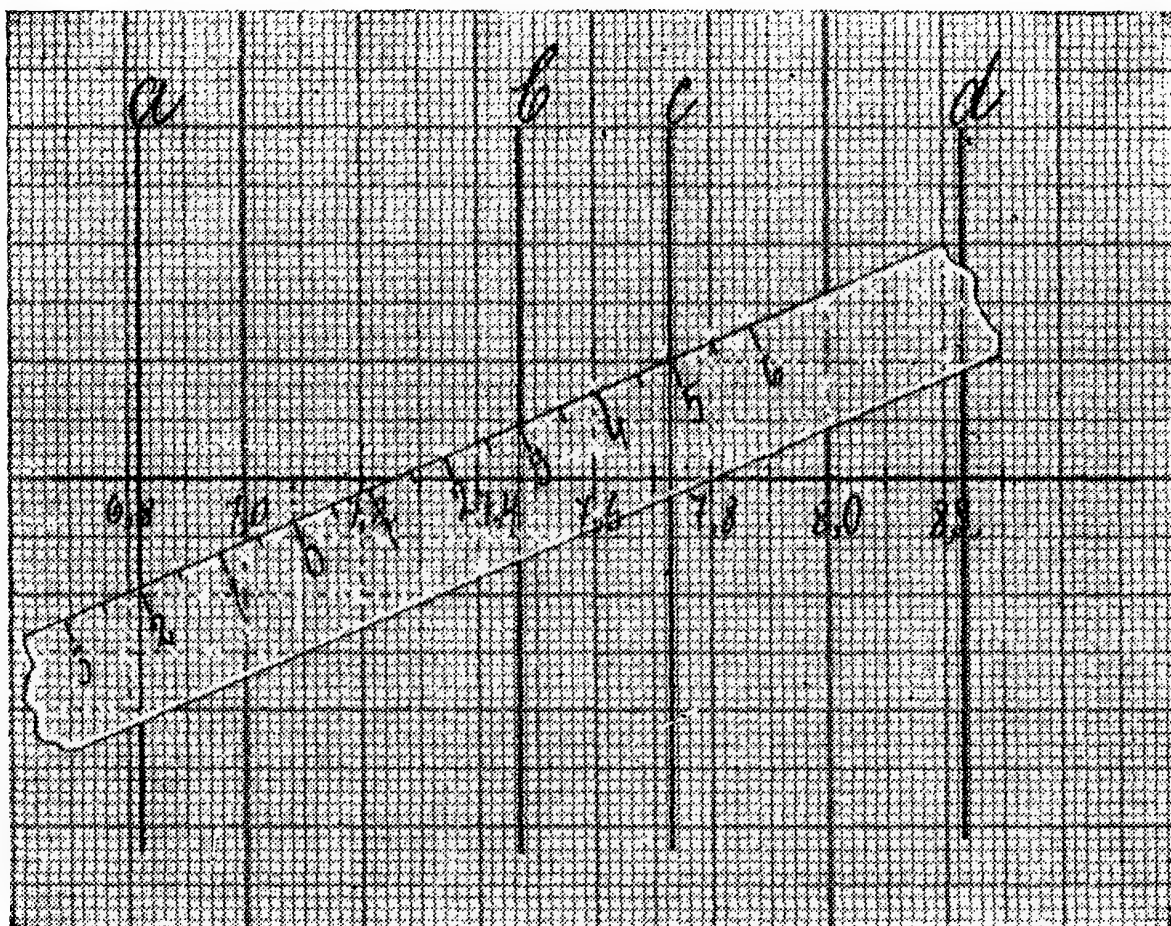


Рис. 238. Перевод оценок блеска переменной в звездные величины

периода. Чтобы определить положение запятой, отделяющей целое число E от дробного числа — фазы, надо изменить начальную эпоху, прибавив к ней округленное значение продолжительности одного периода. Тогда в правых окошках где-то выскочит число, близкое к единице. Эту-то единицу и надо отделить подвижной запятой. Для контроля правильности работы арифмометра надо в конце вычисления серии фаз вернуться к начальной эпохе. Тогда в правых окнах должны вновь выскочить нули.

Если величины звезд сравнения известны, то нетрудно из полученных по способу Блажко — Нэйланда оценок путем простой интерполяции вывести значения звездной величины переменной. Однако эту интерполяцию можно упростить следующим приемом. На миллиметровой бумаге наметить шкалу звездных величин и провести ряд параллельных прямых, отмечающих блеск всех звезд сравнения (рис. 238), изготовить небольшую линейку из кальки, на которой

*) Первые два числа юлианской даты (24) можно не устанавливать: они не меняются и не влияют на вычисление фаз.

в произвольном масштабе отложить деления от 0 до 5—6 в обе стороны. Косо прикладывая линейку к параллельным линиям так, чтобы между двумя определенными линиями поместилось столько делений, сколько степеней содержится между звездами сравнения в данной оценке, определим звездную величину переменной по положению нуля вспомогательной шкалы. Так, например, при сравнении переменной v с a ($6^m,82$) и b ($7^m,47$) получена оценка: $a2v3b$. Располагаем нашу линейку так, чтобы a пришлось на 2, а b на 3 по разные стороны от нуля. Ноль вспомогательной шкалы покажет звездную величину v $7^m,08$.

Таким образом, в журнале заполняется столбец «Блеск».

Пользуясь звездными величинами, взятыми из какого-нибудь звездного каталога или из статей других исследователей, надо иметь

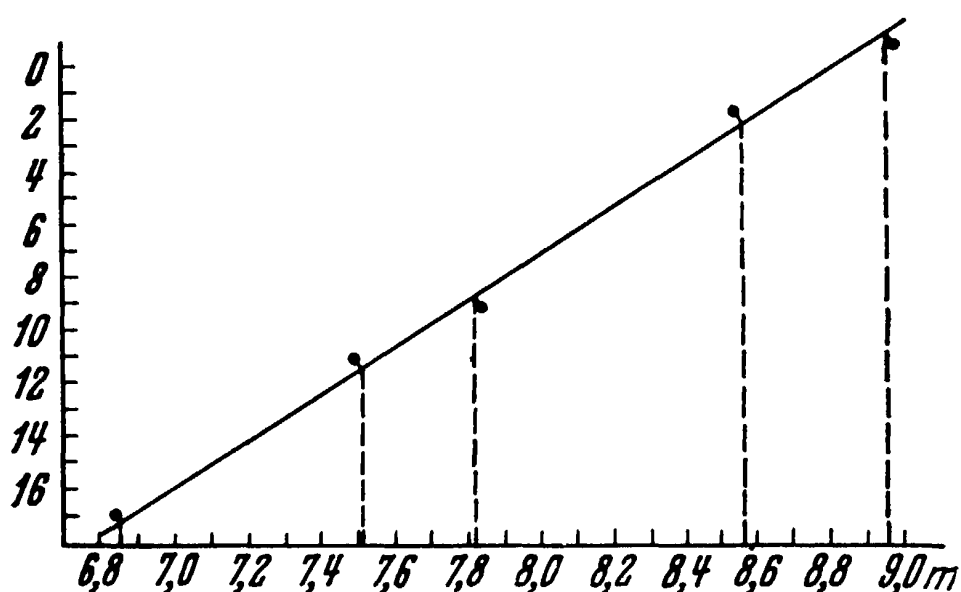


Рис. 239 Выравнивание звездных величин звезд сравнения степенной шкалой

в виду неизбежное различие инструментов и личных свойств наблюдателей. Это различие в первую очередь скажется на звездах, отличающихся по цвету. В итоге у каждого наблюдателя (в сочетании с его инструментом) вырабатывается своя *фотометрическая система* — своя шкала звездных величин. Так как оценки переменной производятся в системе наблюдателя, то и величины

звезд сравнения надо согласовать с этой системой. Это осуществляется следующим образом. В процессе наблюдений надо изредка (один раз на 7—10 наблюдений) производить оценки всех звезд сравнения между собой, определяя различие блеска в степенях между соседними по блеску звездами. Таким путем наберется некоторое количество «цепочек» вида

$a5b3c7d2e$ и т. д.

Средние оценки будут иметь такой вид:

a 5,9 b 2,4 c 6,9 d 1,8 e и т. д.

Это даст степенную шкалу звезд сравнения. Если самой слабой звезде (например, звезде e) мы дадим значение 0,0, то следующая звезда, d , получит значение 1,8, c — 8,7, b — 11,1, a — 17,0. Теперь можно сопоставить на графике «чужие» звездные величины (m) и полученные степенные оценки (St) звезд сравнения (рис. 239).

Как видим, точки достаточно хорошо «укладываются» на прямую. Отклонения от прямой отражают различие в фотометрических системах. Однако, так как наши степенные оценки мы также не можем считать совершенно точными, то, выравнивая по степенной шкале

звездные величины звезд сравнения, мы пойдем по пути некоторого компромисса: а именно, из каждой точки мы опустим перпендикуляр на прямую и определим, какой звездной величине соответствует основание этого перпендикуляра. Таким образом мы как бы несколько исправляем и степенные оценки и звездные величины. Все это суммируется в следующей табличке:

Звезды сравнения	Звездные величины, <i>m</i>	Степень <i>St</i>	Окончательно принятые вырав- ненные звездные величины
	<i>m</i>		<i>m</i>
<i>a</i>	6,84	17,0	6,85
<i>b</i>	7,48	11,1	7,51
<i>c</i>	7,82	8,7	7,81
<i>d</i>	8,55	1,8	8,57
<i>e</i>	8,96	0,0	8,95

Перевод оценок блеска переменной в звездные величины нужно производить по этим окончательно принятым звездным величинам.

Если величины звезд сравнения никем не определялись, то их надо получить самим, пользуясь каким-нибудь фотометрическим стандартом на небе. Такими стандартами являются, например, Северный Полярный Ряд (стр. 506, карты и табл. 52), ряд звездных скоплений (стр. 509, карты и табл. 54) и другие области на небе, для которых многократными специальными исследованиями определены звездные величины всех звезд, вплоть до самых слабых. И в этом случае важно провести при помощи степенной шкалы исправление звездных величин, полученных привязкой к звездам стандарта.

Если период переменной неизвестен, можно попытаться определить его самому. Для этого на графике по горизонтальной оси надо отложить юлианские даты, а по вертикальной оси — оценки блеска. При достаточно многочисленных наблюдениях и удачном их распределении по кривой блеска можно подметить период и после некоторых проб определить световые элементы переменной.

Иногда в силу неблагоприятного расположения точек график не дает ответа на вопрос о периоде переменной, однако имеется несколько надежных определений максимумов или минимумов блеска. Можно применить следующий метод определения периода по любому числу моментов максимума (или минимума) блеска.

Имея ряд таких моментов T_i , составляем независимые разности ΔT_i *) и расписываем их в таблицу, распределяя в порядке их величины. Каждую разность ΔT_i можно представить как произведение

*) То есть вычисленные так, что нельзя было бы получить какую-нибудь разность ΔT_i простым сложением или вычитанием других разностей.

искомого периода P на некоторое целое число n_i :

$$\left. \begin{aligned} \Delta T_1 &= n_1 P, \\ \Delta T_2 &= n_2 P, \\ &\dots\dots\dots \\ \Delta T_m &= n_m P. \end{aligned} \right\} \tag{\alpha}$$

Последовательно деля каждое уравнение (α) на следующее за ним, получим

$$\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \frac{n_1}{n_2}, \dots\dots, \frac{\Delta T_{m-1}}{\Delta T_m} = \frac{n_{m-1}}{n_m},$$

откуда

$$\left. \begin{aligned} n_2 &= \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} n_1, \\ &\dots\dots\dots \\ n_m &= \frac{\Delta T_m}{\Delta T_{m-1}} n_{m-1}. \end{aligned} \right\} \tag{\beta}$$

Дадим величинам n_i значения 1, 2, ... до 4—5 и определим из первого уравнения (β) только такие n_2 , которые будут целыми числами. С этими значениями n_2 из второго уравнения (β) определим целочисленные значения n_3 и т. д. Выпишем полученные результаты в таблицу вида

n_1	n_2	n_3	n_4	$\dots$	n_m
1					
2					
3					
4					
5					

Очевидно, что лишь в одной строке этой таблицы всюду будут целые числа. Тогда сразу вычислим среднее значение P по формуле

$$\bar{P} = \frac{\sum \Delta T_i}{\sum n_i},$$

где i меняется от 1 до m , а $\sum$ есть знак суммирования.

За подробностями, касающимися других способов обработки наблюдений переменных звезд, отсылаем к специальным книгам.

О фотографических наблюдениях переменных звезд. Располагая экваториалом с часовым механизмом, астроном-любитель может организовать систематическое фотографирование звездного неба и исследование переменных звезд по негативам. Для фотографирования звездного неба пригоден любой фотоаппарат, но наилучшие резуль-

таты дадут фотокамеры с объективами типа МТО-500, МТО-1000, Гелиос-40 и др. Эти объективы позволят снимать на пластинках 13×18 см и даже 18×24 см, а на пластинках 9×12 см они дадут прекрасные изображения звезд по всей пластинке. В табл. 100 приведены некоторые данные об упомянутых объективах, а также об объективах широко распространенных фотоаппаратов «Зенит», «Вега-3», «Телемар-22», «Юпитер-6», «Зоркий», «Юпитер-11» и некоторых других.

Напомним, что чем больше диаметр объектива, тем более слабые звезды могут быть сфотографированы, а объектив с большим фокусным расстоянием даст больший масштаб на снимке.

Для астрофотографии можно укрепить на трубе фотоаппарат либо изготовить простой четырехугольный ящик нужных размеров для имеющегося объектива. В передней стенке должен быть укреплен объектив (лучше всего в металлической оправе с нарезкой, соответствующей винтовой нарезке оправы объектива), а в задней стенке сделаны пазы для кассеты. Ящик должен быть светонепроницаем и вычернен изнутри. Его надо жестко скрепить с экваториалом, предварительно сцентрировав фотокамеру (по матовому стеклу) с ведущей, т. е. основной трубой. Естественно, что весь инструмент должен быть заново уравновешен с камерой (стр. 280). Основная труба будет служить во время фотографирования для контроля работы часового механизма (т. е. для гидирования).

Приблизительную фокусировку камеры можно произвести по матовому стеклу на глаз. Однако точный фотографический фокус надо найти путем фокусировочных снимков. Для этого надо несколько вывинтить объектив в его оправе и затем произвести ряд снимков какой-нибудь яркой звезды с короткими выдержками по 15—20 секунд при неподвижной трубе, причем в промежутках между снимками ввертывать объектив на четверть или половину оборота винтовой нарезки. Последнюю выдержку надо сделать более продолжительной, чтобы среди черточек — следов звезды суметь отличить первую от последней. Одна из черточек окажется тоньше других: она и соответствует фотографическому фокусу. Надо определить, при каком положении объектива этот след получен, и повернуть объектив на нужный угол. Полезно получить еще один фокусировочный снимок, на этот раз при работающем часовом механизме, т. е. с трубой, следящей за движением звезд. На снимке звезды получатся точками, причем в перерывах между выдержками надо изменять положение объектива в нарезке (не слишком отходя от найденного положения) и постепенно смещать звезду в поле зрения ведущей трубы. В итоге на пластинке получится цепочка точек, из которых наименьшая и самая резкая даст точное положение фокуса.

При точной фокусировке в центре пластинки на краях изображения окажутся немного вне фокуса. Чтобы увеличить площадь наилучших изображений, надо добиться точной фокусировки не в самом центре пластинки, а в некоторой кольцевой зоне вокруг него. Средний радиус этого кольца различен для разных объективов; в среднем он составляет около $1/4$ ширины пластинки.

При фотографировании избранного участка неба наблюдатель, установив ведущую звезду (не очень слабую) на крест нитей главной трубы, должен в течение всей выдержки (которая может длиться несколько десятков минут) следить за положением звезды, подправляя, если это нужно, микрометрическими ключами положение трубы.

Перед объективом фотокамеры должна быть укреплена легкая заслонка-затвор, которую наблюдатель мог бы с помощью тонкого троса и маленького блока отвести в сторону в момент начала выдержки и поставить на место в конце. Не должно быть рывков в моменты открывания и закрывания затвора!

Для фотографирования неба надо брать фотопластины наивысшей чувствительности, чтобы запечатлеть на снимке как можно более слабые звезды. Как фотографирование, так и проявление надо производить всегда в одних и тех же условиях, — на пластинках одного и того же сорта, с одним и тем же проявителем.

Однородность материала и единообразие всех деталей работы дадут возможность наиболее полно использовать полученные фотографии.

Для изучения переменных звезд важно систематическое фотографирование одной и той же области неба в течение длительного времени (например, одного-двух лет *)). Комиссия по изучению переменных звезд при Астросовете АН СССР может указать любителю интересные объекты для исследования (дополнительно к спискам табл. 57 и 58).

В журнале наблюдений необходимо подробно и тщательно записывать не только дату и моменты начала и конца выдержки, но и все обстоятельства фотографирования (сорт пластинок, ведущую звезду, состояние неба, фазы Луны и т. д.). Перед тем как вынуть пластинку из кассеты, надо, немного приоткрыв шторку, простым карандашом написать на слое число, номер пластинки в эту ночь и объект фотографирования, чтобы в дальнейшем, после проявления и сушки, пользуясь записями в журнале, на краю пластинки черной тушью написать очередной номер, число, объект (ведущую звезду), продолжительность выдержки и т. д.

Хранить негативы лучше в отдельных конвертах, в вертикальном положении, предохраняя их от пыли, сырости и нагревания. Для своей «стеклянной библиотеки» надо завести особый каталог, в котором в хронологическом порядке записывать все данные о полученных негативах, либо вести запись по отдельным центрам.

Оценка блеска переменных на фотографиях производится с лупой по методике, весьма сходной с описанной выше для визуальных наблюдений, с тем отличием, что здесь сравнивается действие звезд разного блеска на фотопластинку. При этом учитываются и сравниваются как интенсивность почернения, так и размеры фотографических изображений переменной звезды и звезд сравнения. В остальном все сказанное выше о визуальных наблюдениях переменных звезд остается в силе.

*) Точнее, в течение двух наблюдательных сезонов, которые делятся для разных областей неба от 2—3 до 6—8 месяцев.

Результаты исследований переменных звезд (не только специалистов, но и любителей) печатаются в бюллетене «Переменные звезды», который издает Комиссия по изучению переменных звезд Астросовета АН СССР (адрес редакции: Москва, В-234, ГАИШ).

Заключение

В заключение хотелось бы напомнить будущим молодым ученым, что всякое исследование должно быть доведено до конца, а самые ценные наблюдения и результаты должны быть непременно опубликованы.

К этому можно добавить следующие замечания и советы:

1. Наблюдения любителей могут иметь научное значение только в том случае, если они достаточно однородны (т. е. производятся с одним и тем же инструментом и одинаковым методом) и ведутся систематически.

2. Во многих случаях коллективные (но совершенно независимые друг от друга) наблюдения много ценнее индивидуальных. При обработке коллективных наблюдений выявятся индивидуальные различия и личные ошибки наблюдателей, сгладятся случайные ошибки.

3. Перед началом наблюдений надо внимательно продумать программу работы, соразмеряя поставленную задачу со своими инструментальными возможностями. Предусмотреть, чтобы во время наблюдений все было под руками, чтобы не было спешки и торопливости в движениях. Особое внимание надо уделить технике записи во время ночных наблюдений (освещение!), чтобы не тратить лишнего времени на отвлекающие внимание мелочи.

4. Все записи наблюдений надо вести четко и аккуратно. Надо выработать четкое начертание цифр, чтобы никогда нельзя было спутать, например, тройку с девяткой, семерку с единицей и т. д. Записи надо делать в тетрадях и журналах, а не на отдельных листках.

5. Надо подробно описывать существенные обстоятельства наблюдений и в особенности данные об инструменте.

6. При всевозможных зарисовках, а также при составлении или копировании звездных карт (например, окрестностей переменных звезд), надо стремиться к максимальной точности, не заботиться о «художественной законченности» рисунка, уделяя, однако, внимание хорошему и аккуратному оформлению его.

Было бы очень ценным, если бы любитель астрономии, обладающий навыками в каком-либо виде современной техники (электронике, радио, кино, фотографии и т. д.) применил бы их к астрономическим наблюдениям. Интерес могут представить: фотометрия звезд с помощью фотоумножителей, фотографирование серебристых облаков и метеорных следов методом замедленной киносъемки, использование сверхсветосильной фотооптики и фильтров для изучения Млечного Пути и т. д. Дополнительные сведения читатель найдет в книгах, указанных в главе VI—«Астрономическая библиография».

Со всеми вопросами, касающимися организации астрономической работы, надлежит обращаться в ближайшие отделения ВАГО (табл. 101) либо в астрономические обсерватории СССР.

ГЛАВА VI

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ БИБЛИОГРАФИЯ

Книги, изданные в основном в последние годы, помогут расширить и углубить полученные знания. Астрономический Календарь ВАГО каждый год публикует обширную библиографию по астрономии и смежным наукам. Она включает книги, труды советских обсерваторий и институтов и статьи по астрономии в основных научных и научно-популярных журналах. Реферативный журнал «Астрономия» дает подробные рефераты и аннотации всей мировой литературы по астрономии. С 1965 г. выходит прекрасный научно-популярный журнал «Земля и Вселенная», «Бюллетень ВАГО» и заменивший его в 1967 г. «Астрономический Вестник» посвящены исследованиям тел Солнечной системы, проводимым иногда любителями астрономии.

Почти в каждой из перечисленных ниже книг имеется список дополнительной литературы

История астрономии

Астрономия в СССР за 40 лет, Сб. статей, Физматгиз, 1960, 728 стр.; стр. 371—700 — библ. 9500 назв.

В о р о н ц о в - В е л ь я м и н о в Б. А., Очерки истории астрономии в России, Гостехиздат, 1956, 370 стр.

В о р о н ц о в - В е л ь я м и н о в Б. А., Очерки истории астрономии в СССР, Физматгиз, 1960, 114 стр.

Г а л и л е й Г., Избранные труды, тт 1—2, «Наука», 1964, 640 стр. и 570 стр.

Г е в е л и й Ян, Атлас звездного неба, ред. и вступит статья В. П. Щеглова, изд. 2-е, доп., «Фан», Ташкент, 1970, XXXIV+56 карт.

Е р е м е е в а А. И., Вселенная Гершеля (Космологические и космогонические идеи и открытия), «Наука», 1966, 319 стр.

Е р е м е е в а А. И., Выдающиеся астрономы мира (биобиблиографический указатель), «Книга», 1966, 382 стр. Общая ред. и статья «Современное состояние астрономической науки» Б. А. Воронцова-Вельяминова [Очерки о 47 астрономах.]

Из истории эпохи Улугбека Сб. под ред. А. К. Арендса, «Наука» Узб. ССР, 1965, 378 стр. Среди статей: Т. Н. Кары-Ниязов, Д. Г. Вороновский, Улугбек — великий астроном XV в. Астрономы Средней Азии от Мухаммеда ал-Хаворачми до Улугбека и его школы (IX—XVI вв.). В. А. Шишкин Самаркандская обсерватория Улугбека.

«Историко-астрономические исследования». Сборники, Физматгиз, I—VIII, 1955—1962; «Наука», IX, X, 1966—1969.

История астрономии в Московском университете за 50 лет советской власти [статьи Д. Я. Мартынова, Б. В. Кукаркина, Н. П. Грушинского и М. У. Сагитова, М. С. Яров-Ярового, В. В. Нестерова]. В сб.: История и методология естеств наук, вып. 7, Изд-во МГУ, 1969, стр. 23—164.

К о п е р н и к Н., О вращении небесных сфер Малый Комментарий и др. сочинения, перев. с латинского И. Н. Веселовского, статьи и общая ред. А. А. Михайлова, «Наука», 1964, 653 стр.

Николай Коперник. Сборник статей и материалов. К 410-летию со дня смерти (1543—1953), отв. ред. Б. В. Кукаркин, Изд-во АН СССР, 1956, 112 стр.

Кузнецов Б. Г., Галилей, «Наука», 1964, 326 стр.

Куликовский П. Г., М. В. Ломоносов — астроном и астрофизик, Физматгиз, 1961, 103 стр.

Куликовский П. Г., Павел Карлович Штернберг, 1865—1920, «Наука», 1965, 136 стр.

Лаврова Н. Б., Библиография русской астрономической литературы 1800—1900 гг., Изд-во МГУ, 1968, 386 стр. (Труды ГАИШ 37).

Леонов Н. И., Научный подвиг самаркандских астрономов XV века, Физматгиз, 1960, 118 стр.

Логинова Г. П., Селиханович В. Г., А. Н. Савич (1810—1883), «Наука», 1967, 151 стр.

«Люди русской науки», изд. 2-е, доп., т. I, Физматгиз, 1961, 600 стр. [очерки о В. Я. Струве, Ф. А. Бредихине, А. А. Белопольском, П. К. Штернберге].

Мамедбейли Г. Д., Основатель Марагинской обсерватории Мухаммед Насирэддин Туси, Баку, Изд-во АН Аз. ССР, 1961, 316 стр.

Невская Н. И., Федор Александрович Бредихин, «Наука», 1964, 259 стр.; библиограф. трудов Бредихина, цит. лит. 252 назв.

Нейгебауэр О., Точные науки в древности, перев. с англ., «Наука», 1968, 223 стр.

Павлова Г. Е., Ж. Ж. Ф. Лаланд, 1732—1807, «Наука», 1967, 134 стр.

Паннекук А., История астрономии, перев. с англ. и комментарии Н. И. Невской, «Наука», 1966, 592 стр.

Перель Ю. Г., Выдающиеся русские астрономы, Гостехиздат, 1951, 215 стр.

Перель Ю. Г., Развитие представлений о Вселенной, изд. 2-е, дополн., Физматгиз, 1962, 392 стр.

Пулковской обсерватории 125 лет [Сборник], «Наука», 1966, 109 стр.

Развитие астрономии в СССР, «Наука», 1967, 475 стр., библиогр. (Советская наука и техника за 50 лет. 1917—1967.)

Селешников С. И., Астрономия и космонавтика (краткий хронологический справочник с древнейших времен до наших дней), Киев, «Наукова думка», 1967, 303 стр.

Селешников С. И., История календаря и хронология, «Наука», 1970, 223 стр.

Соколовская (Новокшанова) З. К., Василий Яковлевич Струве (биографический очерк), «Наука», 1965, 295 стр.

Старцев П. А., Очерки истории астрономии в Китае, Физматгиз, 1961, 156 стр.

Василий Яковлевич Струве. Сборник статей к 100-летию со дня смерти, «Наука», 1965, 251 стр. Под ред. А. А. Михайлова.

Струве О., Зебергс В., Астрономия XX века, перев. с англ., «Мир», 1968, 548 стр.

Тихов Г. А., 60 лет у телескопа, «Молодая Гвардия», 1959, 72 стр.

Цераский В. К., Избранные работы по астрономии, Гостехиздат, 1953, 194 стр.

Цесевич В. П., А. М. Ляпунов, «Знание», 1970, 46 стр.

Ченакал В. Л., М. В. Ломоносов в портретах, иллюстрациях и документах, «Просвещение», 1965, 315 стр.

Ченакал В. Л., Очерки по истории русской астрономии (наблюдательная астрономия в России XVII начала XVIII вв.), Изд-во АН СССР, 1951, 109 стр.

Штекли А., Джордано Бруно, «Молодая гвардия», 1965, 382 стр.

Щеглов В. П., Обсерватория Улугбека в Самарканде (астрономический памятник Средневековья), Изд-во АН СССР, 1958, 14 стр.

Книги общего характера

Азимов А., Вселенная, перев. с англ., «Мир», 1969, 352 стр.

Астрофизика (сб. из серии «Над чем думают физики»), «Наука», 1967, 238 стр.

Астрономический Календарь Постоянная часть, изд. 5-е, Физматгиз, 1962, 772 стр.

Байндер О., Загадки астрономии, перев. с англ., «Мир», 1966, 180 стр.
Бронштэн В. А., Беседы о космосе и гипотезах, «Наука», 1968, 240 стр.
Воронцов-Вельяминов Б. А., Очерки о Вселенной, изд. 6-е, перераб. и дополн., 1969, «Наука», 727 стр.

Глазами ученого. Сборник, 1963, Изд-во АН СССР, 739 стр. Среди статей: Амбарцумян В. А., Галактики; Мельников О. А., Звезды; Фесенков В. Г., Солнечная система; Щербаков Д. И., Земной шар.

Звезды и планеты. Сборник, «Знание», 1965, 132 стр.

Земля во Вселенной. Сборник, «Мысль», 1964, 491 стр.; Земля и Вселенная. Сборник, «Знание», 1966, 287 стр.

Комаров В. Н., Человек и тайны Вселенной, «Мысль», 1966, 208 стр.

Комаров В. Н., Увлекательная астрономия, «Наука», 1968, 432 стр.

Корлисс У., Загадки Вселенной, пер. с англ., «Мир», 1970, 248 стр.

Наука и Человечество (НиЧ). Сборники, «Знание», т. I, 1962. Среди статей: Фесенков В. Г., Космическая материя и Земля; Барабашов Н. П., Венера — планета загадок; Зельманов А. А., Метагалактика и Вселенная

Т. II, 1963: Троицкий В. С., Радиоволны рассказывают о Луне; Шаронов В. В., Марс, Виткевич В. В., Сверхкорона Солнца; Шепли Х., Жизнь на звездах-лилипутах.

Т. III, 1964: Масевич А. Г., Эволюция звезд; Альвен Х., О происхождении Земли и Луны.

Т. IV, 1965: Леонов А. А., На космических трассах; Бок Б., Астрономия в южном полушарии; Михайлов А. А., Луна, Амбарцумян В. А., Об эволюции галактик.

Т. V, 1966: Швестка З., Влияние Солнца на Землю; Беляев П. И., Космический дневник; Рубен Г., Как определяют массу звезд; Воронцов-Вельяминов Б. А., В мире далеких галактик; Гинзбург В. Л., Сыроватский С. И., Гамма- и рентгеновская астрономия.

Т. VI, 1967: Штеенбек М., Возникновение магнитных полей планет и звезд; Зельдович Я. Б., «Горячая» модель Вселенной и теория Фридмана.

Т. VII, 1968: Виноградов А. П., Химия планет; Мустель Э. Р., Солнечная активность и нижние слои земной атмосферы; Ловелл Б., Радиоастрономическая обсерватория в Джодрелл Бэнк.

Т. VIII, 1969: Амбарцумян В. А., О ядрах галактик; Эккерт У. Дж., Движение Луны.

Перельман Я. И., Занимательная астрономия изд. 11-е, «Наука», 1966, 211 стр.

Пирожный Н. А., Астрономия, «Высшая школа», 1967, 303 стр.

Рахматуллин К. Х., Диалектический материализм и современная астрономия, Алма-Ата, «Казахстан», 1965, 254 стр.

Шкловский И. С., Вселенная, жизнь, разум, изд. 2-е, доп., «Наука», 1965, 284 стр.

Учебники, пособия и книги по различным разделам астрономии

Агекян Т. А., Основы теории ошибок для астрономов и физиков, «Наука», 1968, 148 стр.

Аллен К. У., Астрофизические величины, перев. с англ., ИЛ, 1960, 304 стр.

Аллер Л., Астрофизика, перев. с англ., т. 1, 1955, 456 стр.; т. 2, 1957, 325 стр.

Аллер Л., Распространенность химических элементов, пер. с англ., ИЛ, 1963, 357 стр.

Бакулин П. И., Фундаментальные каталоги звезд, Гостехиздат, 1949, 236 стр.

Бакулин П. И., Кононович Э. В., Мороз В. И., Курс общей астрономии, «Наука», изд. 2-е, 1970, 527 стр.

Блажко С. Н., Курс практической астрономии, изд. 3-е, Гостехиздат, 1951.

Гребеников Е. А., Рябов Ю. А., Что такое небесная механика, «Наука», 1966, 111 стр.

Дубошин Г. Н., Небесная механика. Основные задачи и методы, изд. 2-е, «Наука», 1968, 799 стр.

Д у б о ш и н Г. Н., Небесная механика. Аналитические и качественные методы, «Наука», 1964, 569 стр.

З а г р е б и н Д. В., Введение в астрометрию (Основные вопросы сферической астрономии), «Наука», 1966, 478 стр.

З е л ь д о в и ч Я. Б., Н о в и к о в И. Д., Релятивистская астрофизика, «Наука», 1968, 600 стр.

З о н н В., Р у д н и ц к и й К., Звездная астрономия, перев. с польск., ИЛ, 1959, 448 стр.

К у л и к о в К. А., Движение полюсов Земли, изд. 2-е, доп., Изд. АН СССР, 1962, 86 стр.

К у л и к о в К. А., Изменяемость широт и долгот, Физматгиз, 1962, 400 стр.

К у л и к о в К. А., Курс сферической астрономии, изд. 2-е, «Наука», 1969, 216 стр.

К у л и к о в К. А., Фундаментальные постоянные астрономии, Гостехиздат, 1956, 340 стр.

К у л и к о в К. А., Новая система астрономических постоянных, «Наука», 1969, 91 стр.

Курс астрофизики и звездной астрономии. Под ред. А. А. Михайлова, Гостехиздат, Физматгиз, «Наука», т. 1, 1951, 591 стр.; т. 2, 1962, 688 стр.; т. 3, 1964, 376 стр.

М а р т ы н о в Д. Я., Курс общей астрофизики, «Наука», 1966, 591 стр.

М а р т ы н о в Д. Я., Курс практической астрофизики, изд. 2-е, доп., «Наука», 1967, 543 стр.

М е л ь х и о р П., Земные приливы, перев. с англ., «Мир», 1968, 482 стр.

М и х а й л о в А. А., Теория затмений, изд. 2-е, Гостехиздат, 1954, 272 стр.

О г о р о д н и к о в К. Ф., Динамика звездных систем, Физматгиз, 1958, 628 стр.

П и к е л ь н е р С. Б., Основы космической электродинамики, изд. 2-е, «Наука», 1966, 407 стр.

П о д о б е д В. В., Фундаментальная астрометрия, изд. 2-е, перераб. и доп., «Наука», 1968, 452 стр.

П о п о в П. И., В о р о н ц о в - В е л ь я м и н о в Б. А., К у н и ц к и й Р. В., Астрономия, изд. 5-е, перераб. (учебник для педвузов), «Просвещение», 1967, 406 стр.

П я с к о в с к и й Д. В., Сферическая астрономия, Киев, Изд-во Киевск. университета, 1964, 136 стр.

Р я б о в Ю. А., Движения небесных тел, изд. 2-е, Физматгиз, 1962, 215 стр.

С а г и т о в М. У., Постоянная тяготения и масса Земли, «Наука», 1969, 188 стр.

С м а р т У. Е., Небесная механика, перев. с англ., «Мир», 1965, 502 стр.

С т р у в е О., Л и н д с Б., П и л л а н с Э., Элементарная астрономия, изд. 2-е, перев. с англ., «Наука», 1967, 483 стр.

С у б б о т и н М. Ф., Введение в теоретическую астрономию, «Наука», 1969, 800 стр.

Теория звездных спектров. Сб., ред. В. В. Соболев, «Наука», 1966, 388 стр.

Ф р а н к - К а м е н е ц к и й Д. А., Физические процессы внутри звезд, Физматгиз, 1959, 543 стр.

Ч е б о т а р е в Г. А., Аналитические и численные методы небесной механики, «Наука», 1965, 367 стр.

Ш а р л ь е К., Небесная механика, перев. с нем., «Наука», 1966, 627 стр.

Щ и г о л е в Б. М., Математическая обработка наблюдений, изд. 3-е, «Наука», 1969, 344 стр.

Солнце

Б р е й Р. и Л о у х е д Р., Солнечные пятна, перев. с англ., «Мир», 1967, 383 стр.

В и т и н с к и й Ю. И., Морфология солнечной активности, «Наука», 1966, 199 стр.

В и т и н с к и й Ю. И., Солнечная активность, «Наука», 1969, 90 стр.

К о н о н о в и ч Э. В., Солнечная корона, Физматгиз, 1958, 88 стр.

Л е в и т а н Е. П., Природа солнечных пятен, «Наука», 1964, 127 стр.

М е н з е л Д. Г., Наше Солнце, перев. с англ., Физматгиз, 1963, 328 стр.

- Пушков Н. В., Силкин Б. И., Внимание! Солнце спокойно, Гидрометеоздат, 1966, 181 стр.
- Рубашев Б. М., Проблема солнечной активности, «Наука», 1964, 353 стр.
- Смит Г. и Смит Э., Солнечные вспышки, перев. с англ., «Мир», 1966, 426 стр.
- Солнечный ветер. Сборник, «Мир», 1968, 439 стр.
- Солнце. Под ред. Дж. Койпера, перев. с англ., ИЛ, 1957, 609 стр. (Солн. система).
- Шкловский И. С., Физика солнечной короны, изд. 2-е, доп., Физматгиз, 1962, 516 стр.

Планеты и спутники

- Атлас обратной стороны Луны, «Наука», 1960, 149 стр., 30 вкладок; часть II, 1967, 236 стр.
- Белюсов В. В., Земля, ее строение и развитие, Изд-во АН СССР, 1963, 152 стр.
- Беляков М. В., Атмосферы Земли и других планет, Гидрометеоздат, 1965, 154 стр.
- Брандт Дж. и Ходж П., Астрофизика Солнечной системы, перев. с англ., «Мир», 1967, 488 стр.
- Болдуин Р., Что мы знаем о Луне?, перев. с англ., «Мир», 1967, 173 стр.
- Вокюлер Ж., Физика планеты Марс, перев. с франц., ИЛ, 1956, 350 стр.
- Грушинский Н. П., Теория Фигуры Земли, Физматгиз, 1963, 448 стр.
- Жарков В. Н., Паньков В. Л., Калачников А. А., Оснач А. И., Введение в физику Луны, «Наука», 1969, 310 стр.
- Исследования планеты Юпитер. Сборник, «Наука», 1967, 91 стр.
- Копал З., Луна — наш ближайший небесный сосед, перев. с англ., ИЛ, 1963, 138 стр.
- Куликов К. А., Первые космонавты на Луне, «Наука», 1965, 189 стр.
- Луна. Сборник под ред. А. В. Маркова, Физматгиз, 1960, 384 стр.
- Луна. Сборник статей, «Знание», 1964, 24 стр.
- Мартынов Д. Я., Планеты. Решенные и нерешенные проблемы, «Наука», 1970, 88 стр.
- Мороз В. И., Физика планет, «Наука», 1967, 496 стр.
- Мур П., Планета Венера, перев. с англ., ИЛ, 1961, 146 стр.
- Новое о Марсе и Венере. Сборник, перев. с англ., «Мир», 1968, 387 стр.
- Первые панорамы лунной поверхности. [«Луна-9»], «Наука», 1966, 103 стр.
- Планеты и спутники [Сборник], перев. с англ., ИЛ, 1963, 520 стр.
- Почтарев В. И., Магнетизм Земли и космического пространства, «Наука», 1966, 144 стр.
- Путилин И. И., Малые планеты, Гостехиздат, 1953, 412 стр.
- Саймон Т., Поиски планеты ИКС, перев. с англ., «Мир», 1966, 104 стр.
- Сытинская Н. Н., Природа Луны, Физматгиз, 1959, 176 стр.
- Тейфель В. Г., Атмосфера планеты Юпитер, «Наука», 1969, 181 стр.
- Уиппл Ф., Земля, Луна и планеты, «Наука», 1967, 251 стр.
- Фигура Луны и проблемы лунной топографии. Сборник, перев. с англ. и нем., «Наука», 1968, 250 стр. + 16 фот. на отд. листах.
- Шаронов В. В., Планета Венера, «Наука», 1965, 252 стр.
- Шаронов В. В., Природа планет, Физматгиз, 1958, 552 стр.

Кометы, метеоры, метеориты

- Астапович И. С., Метеорные явления в атмосфере Земли, Физматгиз, 1958, 640 стр.
- Бронштэн В. А., Проблемы движения в атмосфере крупных метеоритных тел, Изд-во АН СССР, 1963, 214 стр.
- Взрывные кратеры на Земле и планетах, перев. с англ., «Мир», 1968, 266 стр.
- Воробьев Г. Г., Что вы знаете о тектитах?, «Наука», 1966, 111 стр.
- Всехсвятский С. К., Физические характеристики комет, Физматгиз, 1958, 575 стр.

Всехсвятский С. К., Физические характеристики комет, наблюдавшихся в 1954—1960 гг., «Наука», 1966, 88 стр.

Всехсвятский С. К., Кометы. 1961—1965 гг., «Наука», 1967, 87 стр

Добровольский О. В., Кометы, «Наука», 1966, 288 стр.

Катасев Л. А., Исследование метеоров в атмосфере Земли фотографическим методом, Гидрометеиздат, 1966, 334 стр.

Кринов Е. Л., Вестники Вселенной, Географгиз, 1963, 143 стр.

Кринов Е. Л., Основы метеоритики, Гостехиздат, 1955, 392 стр.

Левин Б. Ю., Физическая теория метеоров и метеорное вещество в Солнечной системе, Изд-во АН СССР, 1956, 293 стр.

Ловелл Б., Метеорная астрономия, перев. с англ., Физматгиз, 1958, 487 стр.

Мак-Кинли Д., Методы метеорной астрономии, перев. с англ., «Мир», 1964, 383 стр.

Мэйсон Б., Метеориты, перев. с англ., «Мир», 1965, 306 стр.

Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь Сб. статей, том I, Изд-во АН СССР, 1959, 364 стр.

Звезды, галактики, Вселенная

Агекян Т. А., Звезды, галактики, Метагалактика, изд. 2-е, «Наука», 1970, 374 стр.

Бербидж Д., Бербидж М., Квазары, пер. с англ., «Мир», 1969.

Бесконечность и Вселенная. Сборник, «Мысль», 1969, 325 стр.

Бок Б., Бок П., Млечный Путь, перев. с англ., Физматгиз, 1959, 264 стр.

Воронцов-Вельяминов Б. А., Галактики, туманности и взрывы во Вселенной, «Просвещение», 1967, 175 стр.

Гинзбург В. Л., Сыроватский С. И., Происхождение космических лучей, «Наука», 1963, 384 стр.

Горбачкий В. Г., Минин И. Н., Нестационарные звезды, Физматгиз, 1963, 355 стр.

Горбачкий В. Г., Космические взрывы, «Наука», 1967, 190 стр.

Гринстейн Дж., Чу Х., Нарликер Дж., Сверхзвезды, перев. с англ., «Мир», 1965, 84 стр.

Каплан С. А., Физика звезд, изд. 2-е, перераб. и дополн., «Наука», 1970, 212 стр.

Каплан С. А., Пикельнер С. Б., Межзвездная среда, Физматгиз, 1963, 532 стр.

Крафт Р., Взрывные переменные как двойные звезды, перев. с англ., «Мир», 1965, 94 стр.

Наблюдательные основы космологии. Сборник, перев. с англ., «Мир», 1965, 369 стр.

Пикельнер С. Б., Физика межзвездной среды, Изд-во АН СССР, 1959, 216 стр.

Проблемы звездной астрономии. Сборник, «Знание», 1966, 32 стр.

Пульсирующие звезды. Монография, «Наука», 1970, 371 стр.

Сверхзвезды. Сборник, пер. с англ., «Мир», 1965, 84 стр

Строение звездных систем. Сборник, перев. с англ., ИЛ, 1962, 664 стр.

Хойл Ф., Галактики, ядра и квазары, перев. с англ., «Мир», 1968, 155 стр.

Шварцшильд М., Строение и эволюция звезд, перев. с англ., ИЛ, 1961, 423 стр.

Шкловский И. С., Сверхновые звезды, «Наука», 1966, 398 стр.

Эруптивные звезды. Монография, «Наука», 1970, 376 стр.

Радиоастрономия

Астрономия невидимого. Сборник, перев. с англ., «Наука», 1967, 248 стр.

Железняков В. В., Радиоизлучение Солнца и планет, «Наука», 1964, 560 стр.

Каплан С. А., Элементарная радиоастрономия, «Наука», 1966, 275 стр.

С м и т Г., Радиоастрономия, перев. с англ., ИЛ, 1962, 282 стр.

С т е й н б е р г Ж., Л е к у Ж., Радиоастрономия. Радиотехнические методы на службе астрофизики, перев. с англ., ИЛ, 1963, 312 стр.

Ш к л о в с к и й И. С., Радиоастрономия (популярный очерк), изд. 2-е, доп., Гостехиздат, 1955, 296 стр.

Космогония

Б а а д е В., Происхождение и эволюция звезд и галактик, перев. с англ., «Мир», 1966, 299 стр.

Вопросы космогонии. Сборники, т. I—X, Изд-во АН СССР, 1952—1964 гг.

Л а б е р е н н П., Происхождение миров, перев. с франц., Гостехиздат, 1957, 260 стр.

Л е в и н Б. Ю., Происхождение Земли и планет, изд. 4-е, доп., «Наука», 1964, 116 стр.

Л ю б и м о в а Е. А., Термика Земли и Луны, «Наука», 1968, 278 стр.

Проблемы современной космогонии. Под ред. В. А. Амбарцумяна, «Наука», 1969, 352 стр.

Происхождение и эволюция звезд. Сборник, перев. с англ., ИЛ, 1962, 366 стр.

П е й н - Г а п о ш к и н а Ц., Рождение и развитие звезд, перев. с англ., ИЛ, 1956, 164 стр.

С а ф р о н о в В. С., Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет, «Наука», 1969, 243 стр.

С т р у в е О., Эволюция звезд, перев. с англ., ИЛ, 1954, 285 стр.

Ф р а н к - К а м е н е ц к и й Д. А., Образование химических элементов в недрах звезд, «Знание», 1959, 31 стр.

Ш м и д т О. Ю., Четыре лекции о теории происхождения Земли, изд. 3-е, Изд-во АН СССР, 1957, 140 стр.

Жизнь во Вселенной. Внеземные цивилизации

Внеземные цивилизации (Труды совещания в Бюракане 20—30 мая 1964 г.), Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1965, 150 стр.

Внеземные цивилизации. (Проблемы межзвездной связи.) Сборник под ред. С. А. Каплана, «Наука», 1969, 438 стр.

Л ю б а р с к и й К. А., Очерки по астробиологии, Изд-во АН СССР, 1962, 120 стр.

Межзвездная связь. Сборник, перев. с англ., «Мир», 1965, 324 стр.

О в е н д е н М. В., Жизнь во Вселенной. Научное обсуждение, перев. с англ., «Мир», 1965, 120 стр.

С а л л и в а н У., Мы не одни, пер. с англ., «Мир», 1967, 384 стр.

Ф е с е н к о в В. Г., Жизнь во Вселенной, «Знание», 1964, 55 стр.

Ф и р с о в В., Жизнь вне Земли, перев. с англ., «Мир», 1966, 387 стр.

Обсерватории. Инструменты

В о к у л е р Ж., Т е к с е р о Ж., Фотографирование небесных тел. Для любителей астрономии, перев. с франц., «Наука», 1967, 104 стр + XI fotogr.

Д а д а е в А. Н., Пулковская обсерватория, Изд-во АН СССР, 1958, 52 стр.

Д о б р о н р а в и н П. П. и С т е ш е н к о Н. В., Крымская астрофизическая обсерватория, Симферополь, Изд-во «Крым», 1965, 80 стр.

К у п р е в и ч Н. Ф., Телевизионная техника в астрономии, Госэнергоиздат, 1958, 40 стр.

Любительское телескопостроение, Сборники статей, «Наука», Вып. I, 1964, 110 стр.; вып. II, 1966, 100 стр.

М е л ь н и к о в О. А., С л ю с а р е в Г. Г., М а р к о в А. В., К у п р е в и ч Н. Ф., Современный телескоп, «Наука», 1968, 320 стр.

Методы астрономии. Сборник, перев. с англ., «Мир», 1967, 536 стр.

Н а в а ш и н М. С., Телескоп астронома-любителя, изд. 2-е, «Наука», 1967, 396 стр.

Настоящее и будущее телескопов умеренного размера, Сборник, перев. с англ. и нем., ИЛ, 1960, 279 стр.

Новая техника в астрономии. (Материалы совещания Комиссии приборостроения при Астросовете АН СССР 12—14 мая 1964 г. в Казани), вып. 2, «Наука», 1965, 63 стр.

Новые методы в астрофизике. Сборник, перев. с англ. и франц., «Мир», 1964, 252 стр.

С т о н г К. Л., Самодельный телескоп-рефлектор с металлическим зеркалом (с предисловием и пояснениями О. А. Мельникова), «Мир», 1965, 38 стр.

Телескопы. Сборник статей, перев. с англ., ИЛ, 1963, 316 стр., 32 табл.

Щ е г л о в П. В., Электронная телескопия, Физматгиз, 1963, 196 стр.

Я ш т о л д - Г о в о р к о В., Фотосъемка и обработка (съемка, формулы, термины, рецепты, химикаты), изд. 3-е, «Искусство», 1966, 444 стр.

Карты, атласы, инструкции для наблюдений

Б а р а б а ш о в Н. П., Инструкция для наблюдений Марса, Изд-во АН СССР, 1956, 19 стр.

Б р о н ш т э н В. А., Инструкция для наблюдений планет, Изд-во АН СССР, 1961, 34 стр.

Б р о н ш т э н В. А., Планеты и их наблюдения, Гостехиздат, 1957, 207 стр.

Д а г а е в М. М., Наблюдения звездного неба, «Наука», 1969, 124 стр.

З и г е л ь Ф. Ю., Сокровища звездного неба. Путеводитель по созвездиям, изд. 2-е, «Наука», 1968, 224 стр.

З о т к и н И. Т., Инструкция для наблюдения метеоров, Изд-во АН СССР, 1961, 55 стр.

Карта Луны. Видимая сторона в телескопическом изображении, «Наука», 1967. 1 карта (87×82 см), 64 стр. текста. Сост. карты И. И. Катяев, текст В. А. Шишакова.

К л е п е ш т а Й., Л у к е ш Л., Карта Луны, Прага, 1959, 42 стр.+2 л. карт. (на русском языке).

К у р о ч к и н Н. Е., Инструкция для наблюдения переменных звезд, Изд-во АН СССР (ВАГО), 1963, 38 стр.

М а р т ы н е н к о В. В., Задачи и методы любительских наблюдений метеоров, «Наука», 1967, 70 стр.

М и х а й л о в А. А., Звездный атлас, содержащий на 20 картах для обоих полушарий все звезды до 8,25 величины, изд. 3-е, «Наука», 1969.

М и х а й л о в А. А., Звездный атлас. Четыре карты звездного неба до 50° южного склонения, содержащие все звезды до 5½ величины, изд. 4-е, перераб., «Наука», 1965, 13 стр.+4 карт.

М о г и л к о А. Д., Учебный звездный атлас, Учпедгиз, 1958, 33 стр.+4 л. карт.

Н о в и к о в И. Д., Ш и ш а к о в В. А., Самодельные астрономические инструменты и наблюдения с ними, «Наука», 1965, 123 стр.

П р о с к у р и н а Е. М. (под рук. проф. И. С. Астаповича). Карты звездного неба для наблюдений метеоров (4 листа и сетка для отсчета координат). Изд. ВАГО.

Р е й Г., Звезды. Новые очертания старых созвездий, пер. с англ., «Мир», 1969, 168 стр.

С и м о н е н к о А. Н., Обработка фотографий метеоров, Изд-во АН СССР, 1963, 40 стр.

Солнечные затмения и их наблюдения. Сборник, под ред. А. А. Михайлова, Физматгиз, 1960, 238 стр.

С ы т и н с к а я Н. Н., Луна и ее наблюдение, Гостехиздат, 1956, 254 стр.

У л л е р и х К., Ночи у телескопа (путеводитель по звездному небу), перев. с нем., «Мир», 1965, 270 стр.

Фотокарта видимого полушария Луны, «Наука», 1967, 1 л. 80×104 см. Сост. под рук. Ю. Н. Липского.

Ц е с е в и ч В. П., Что и как наблюдать на небе, изд. 3-е, Физматгиз, 1963, 452 стр.

Ш а р о н о в В. В., Солнце и его наблюдение, изд. 2-е, Гостехиздат, 1953, 217 стр.

АННОТИРОВАННЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ

некоторых изданий и каталогов с употребительными в астрономической литературе сокращениями их названий

А Советские издания

АВ	Астрономический Вестник (4 № в год) с 1967 г. заменил Бюллетень ВАГО, посвящен изучению тел Солнечной системы. Москва, «Наука».
АК	Астрономический Календарь — переменная часть (ежегодное издание). Москва, «Наука»
АЖ	Астрономический журнал АН СССР. Москва. До 1934 г наз. Русский Астр журнал. Изд. с 1924 г.
АЦ	Астрономический Циркуляр. Издаётся Бюро астрономических сообщений АН СССР для срочной информации об открытиях наблюдательного и теоретического характера. Москва, Астросовет АН СССР.
ЗиВ	Земля и Вселенная — научно-популярный журнал ВАГО и Отделения общей физики и астрономии АН СССР. Выходит с 1965 г.
КЗП	Каталог звезд, заподозренных в переменности, 1-е издание 1951 г. (8134 звезды); 2-е издание 1966 г. (3907 новых заподозренных звезд). Москва, Астросовет АН СССР и ГАИШ—МГУ
ОКПЗ	Общий Каталог переменных звезд — см. примечание к стр. 149.
НиЖ	Наука и Жизнь — научно-популярный журнал, помещающий также статьи астрономического содержания.
НиЧ	Наука и Человечество — сборники, выходящие под лозунгом «Доступно и точно о главном в мировой науке»; подытоживают достижения различных наук за предыдущий год. Изд. АН СССР и О-ва «Знание», выходят с 1963 г.
ПЗ	Переменные звезды — Бюллетень, издаваемый Астрономическим советом АН СССР Выходит с 1928 г под ред. Б. В. Кукаркина.
КСЗ	Каталог слабых звезд. 15 690 звезд от полюса до -30° . Пулков, 1956. Продолжение на юг проводится специальной экспедицией Пулковской обсерватории в Чили, Южная Америка.
РЖАстр.	Реферативный Журнал «Астрономия», изд. Всесоюзным ин-том научной информации (ВИНИТИ) АН СССР и Гос. Комитет СМ СССР по науке и технике. Выходит с осени 1953 г. (см. также Реф. Журн. «Исследование космического пространства», изд. с 1964 г.).
ФКСЗ	Фундаментальный каталог 931 звезды от 7^m до 9^m для КСЗ. Москва, 1951.

Б. З а р у б е ж н ы е и з д а н и я

A&Ap	Astronomy and Astrophysics — европейский научный журнал, с 1969 г. заменил собой AAp, BAN, ZfAp, JO и BA
AA	Acta Astronomica — польский научный журнал; Краков — Варшава.
AAA	Astronomy and Astrophysics Abstracts. С 1969 г. заменил AJV Издается в Гейдельберге.

AAp	Annales d'Astrophysique — французский астрофизический журнал (выходил до 1969 г.), см A&Ap
AAS	American Astr. Society — Американское Астрономическое о-во (издает публикации (см. PAAS))
AC	Astrographic Catalogue — Астрографический каталог (см. CdC)
ADS	New General Catalogue of Double Stars — Новый Общий Каталог двойных звезд — каталог 17180 двойных звезд до $\delta = -10^\circ$, составил Р. Эйкин; два тома, 1932, Вашингтон, США.
AGK	Astronomische Gesellschaft Katalog — 15 зонных каталогов, наблюдавшихся на меридианных кругах 12 обсерваторий; содержит 144 128 звезд до 9^m от полюса до $\delta = -2^\circ$ (эпоха 1875 г.) — опубликовано с 1890 по 1910 г. Продолжение до -23° (5 каталогов), опубликовано в 1904—1924 г. (эпоха 1900 г.) Еще 4 каталога обсерватории Кордова — продолжение AGK до -47° (опубликовано 1913—1954 гг.)
AJ	Astronomical Journal — Астрономический журнал, Нью-Хавен, Коннектикут, США. Публикует работы преимущественно по астрометрии, практической и теоретической астрономии и звездной астрономии
AJB	Astronomischer Jahresbericht — реферативный журнал, издававшийся в Берлине — Гейдельберге с 1899 по 1969 г. С 1969 г. его продолжением является AAA
AN	Astronomische Nachrichten — Астрономические Известия. Специальный журнал, в XIX и в начале XX века имевший международный характер. Изд. с 1821 г. До 1931 г. в Киле, после в Берлине
ApJ	Astrophysical Journal — Астрофизический журнал, Чикаго, США. Публикует работы преимущественно по астрофизике и спектроскопии
BA	Bulletin astronomique — Бюллетень французского астрономического о-ва; посвящен классическим разделам астрономии (см. A&Ap).
BAA	British Astron. Association — Британская астрономическая ассоциация (издает Ежегодник (Handbook) и журнал (см. JBAA))
BAC	Bulletin the Astron. Institutes of Czechoslovakia — научный Бюллетень астрономических институтов ЧССР, Прага, ЧССР
BAF	Bulletin de l'Association Française d'Observateurs d'Étoiles Variables (AFOEV) — Бюллетень французской Ассоциации наблюдателей переменных звезд, Лион, Франция
BAN	Bulletin of the Astron. Institutes of the Netherlands — Бюллетень астрономических институтов Нидерландов, Лейден, Голландия (выходил до 1969 г., см. A&Ap)
BD	Bonner Durchmusterung — Боннское Обозрение неба — знаменитый четырехтомный каталог и большой атлас 457 857 звезд, от северного полюса до -2° , составленный Ф. Аргеландером и его сотрудниками (Бонн, 1859—1862) и Шенфельдом (от -1° до -23°). Полон до $9^m,5$. Эпоха 1855 г. Продолжение на юг см. CoD
BS	Catalogue of Bright Stars — Каталог 9110 ярких звезд Шлезингер 1940, США; новое (3-е) издание Д. Хоффлейт, 1965.
BSAF	Bulletin de la Société Astron. de France, «L'Astronomie» — Бюллетень франц. астр. о-ва («Астрономия»), Париж. Основан в 1882 г. К. Фламарионом
BDS	A General Catalogue of Double Stars — Общий каталог Бэрнгема (Burnham) 13665 двойных звезд. Два тома охватывают все небо до -31° . Вашингтон, 1906 г.
BZ	Beobachtung Zirkular der AN. Выходил до 1942 г. в Киле.
CdC	Carte du Ciel Catalogue Astrographique — Карта неба. Фотографический атлас неба — международное начинание, в котором приняли участие с 1887 г. 18 обсерваторий. На одинаковых, так называемых нормальных астрографах на пластинках $2^\circ \times 2^\circ$ при масштабе $60''$ в мм получились все звезды до 14^m . Измерены и помещены в каталоги все звезды до 12^m . Вышло 90% каталогов и далеко не все карты. Каталоги дают прямоугольные координаты звезд и формулы перехода к экваториальным координатам.

CoD или	Cordoba Durchmusterung — Кордовское Обозрение неба. 4-томное продолжение BD от -22° до -90° , составленное аргентинским астрономом Томé и другими. Содержит 613 953 звезды до $9^m,5$. Координаты 1875 г.
CD	Аргентина, 1892—1932 гг.
C. et T.	Ciel et Terre — «Небо и Земля» — бельгийский научно-популярный журнал.
CR	Comptes Rendus Hebdomadaires, Доклады Парижск. Академии наук.
CPD	Cape Photographic Durchmusterung — Капское фотографическое обозрение. Составлено Д. Гиллом и Я. Каптейном по фотографиям, полученным на Обсерватории на мысе Доброй Надежды. Три тома (1896, 1897 и 1900 гг.) содержат 454 875 звезд в среднем до $9^m,2$ от -19° до южного полюса. Координаты 1875 г.
EBL	Bergedorfer Eigenbewegungs-Lexikon — Двухтомный каталог Шорра (1923); второе издание 1936 г., в нем собраны все собственные движения (94 731 звезды), известные до 1935 г.
FK	Fundamentalkatalog Ауверса (1879) — первый фундаментальный каталог 539 ярких звезд от полюса до -10° . Прибавление (Ауверс, 1883) содержало еще 83 звезды до -32° .
FK3	Dritter Fundamentalkatalog — Третий фундаментальный каталог 1587 звезд до 6^m . А. Копф, 1934 (опубликовано в Берлинском Ежегоднике — Berliner astr. Jahrbuch на 1937).
FK4	Четвертый фундаментальный каталог — точные положения 1535 звезд до 7^m , составлен в Гейдельберге; вошел в 1964 г. в международное издание Apparent Places of Fundamental Stars — Видимые места фундаментальных звезд.
GC	General Catalogue of Proper Motions — Общий каталог собственных движений Б. Босса. Четыре тома содержат точные положения и собственные движения 33 342 звезд всего неба. Координаты 1950 года. 1937 г. Вашингтон, США.
GuL	Geschichte und Literature des Lichtwechsels der veränderlichen Sternen — История и библиография переменных звезд. Три тома первого издания 1918 г. Мюллера и Хартвига охватывали 1637 переменных всего неба. Два тома второго издания Прагера (1936—1939) дополняют первое издание в созвездиях Андромеда — Змееносец. В 1941 г. на Гарвардской обсерватории (США) вышел том трудов (НА 111), составленный Прагером, библиография 3592 переменных, обозначенных в 1931—1938 гг. В 1952 и 1957 гг. в Потсдаме вышли составленные Шнеллером тома III и IV второго издания. Третий том давал дополнительные данные о переменных в созвездиях Орион—Лисичка с 1916 по 1950 гг.; четвертый—данные о литературе до 1954 г. для переменных, обозначенных до 1938 г.
HA	Annals of Harvard College Observatory — Труды Гарвардской обсерватории (Кембридж, Массачусетс, США).
HAC	Harvard College Observatory Announcement Card — открытки со срочными сообщениями, рассылаемые Гарвардской обсерваторией.
HB	Bulletin of the Harvard College Observatory — Бюллетень Гарвардской обсерватории.
HC	Harvard College Observatory Circular — Циркуляр Гарвардской обсерватории.
HdAp	Handbuch der Astrophysik — Руководство по астрофизике — многотомное фундаментальное издание, составленное видными специалистами многих стран (1928—1936), Берлин.
HdBAA	Handbook of the British Astron. Association — Ежегодный справочник Английской Астрономической Ассоциации, Лондон.
HdPh	Handbuch der Physik — Руководство по физике, пять томов которого посвящены астрофизике (1956—1965). Отчасти заменяет HdAp.
HD	Henry Draper Catalogue — знаменитый спектральный Дрэперовский каталог Гарвардской обсерватории (опубликован в НА 91—99, 1918—1924). Координаты 1900 года. Содержит спектральные классы 225 300 звезд. HDExtension (НА 100, 1936; 105, 1937)—каталоги еще 90 000 звездных

	спектров. В НА 112, 1949 еще 87 000 спектров. Всего опубликована классификация 391 000 звезд
HGD	Harvard—Groningen Durchmusterung — каталог 250 000 звезд (до 16 ^m в SA 1—206 (Пикеринг, Каптейн, Ван Райн, 1918—1924).
HP	Harvard Photometry — Гарвардская фотометрия (НА 14) — знаменитый фотометрический каталог 4260 звезд. 1882 г.
HRP или HR	Harvard Revised Photometry — Ревизионный (т. е. пересмотренный и исправленный) каталог блеска 9110 звезд до 6 ^m ,5 (НА 50, 1908).
IAU или UAI	International Astronomical Union, Union Internationale Astronomique — Международный Астрономический Союз (МАС).
IC	Index Catalogue (I и II) — Два дополнительные каталога к основному каталогу Дрейера NGC; вышли в 1895 и 1908 гг. Содержат 5386 объектов. Все три каталога переизданы в одном томе в 1953 г.
JBAA	Journal of the British Astron. Association — Журнал Британской астрономической ассоциации.
JBAC	The Journal of the Royal Astron. Society of Canada — Журнал Канадского астр. о-ва, Торонто, Канада.
JO	Journal des Observateurs — Журнал наблюдателей, Марсель, Франция (см. A&Ap).
LB	Landolt — Börnstein — Числовые данные и функциональные связи (в науке и технике). Новая серия, группа VI, том I. Астрономия и астрофизика. Изд. Шпрингер, Берлин, 1965, 711 стр.
LOB	Lick Observatory Bulletin — Бюллетень Ликской обсерватории, США.
M	Catalogue des nebuleuses et amas d'étoiles — Список 103 туманностей и звездных скоплений, опубликованный в 1783—84 гг. Ш. Мессье в <i>Connaissance des Temps</i> — Обозначение по этому каталогу: например, M 13.
МК или МКК	Обозначение звездных спектров в системе Моргана. Кинана и Кельман, опубликованное в <i>Atlas of Stellar Spectra</i> (Чикаго, США, 1943).
MN	Monthly Notices of the Royal Astron. Society — Ежемесячные Известия Английского астрон. о-ва, Лондон.
MtWC	Mount Wilson Observ. Contributions — Сообщения обсерватории Маунт Вилсон (большой частью это оттиски из ApJ). США.
NFK	Neuer Fundamental-Katalog — Новый Фундаментальный Каталог 905 звезд и 20 околополюсных для 1870 и 1900 гг. (И. Петерс, 1907).
NGC	A New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars — Каталог 7840 туманностей и звездных скоплений, составленный Дж. Дрейером. Обозначение по этому каталогу: например, NGC 255. Новое издание (вместе с IC)—13 673 объекта, 1953 г.
NPS	North Polar Sequence — Северный Полярный Ряд — продолжительное время служил основным фотометрическим стандартом в звездной фотометрии (Сирс, 1922).
N30	Каталог 5268 стандартных звезд до 8 ^m ,0, основанный на нормальной системе N30. Эпоха 1950 г. Х. Морган, Вашингтон, 1952.
Obs	The Observatory — «Обсерватория» — журнал Английского Астрон. о-ва. Лондон, Англия.
PAAS	Publications of the Amer. Astr. Society — Труды Амер. Астрон. о-ва, США.
PASP	Publications of the Astr. Society of Pacific — Труды Астрон. о-ва западных штатов США, Сан-Франциско.
PD	Potsdamer Photometrische Durchmusterung — Потсдамский фотометрический каталог 14 199 звезд северного неба до 7 ^m ,5. Потсдам, Германия, 1905.
PGC	Preliminary General Catalogue — Предварительный общий каталог Л. Босса. США, Содержит точные положения (эпохи 1900 г.) и μ 6188 звезд всего неба, из них 4030 звезд ярче 6 ^m ,0. Вашингтон, 1910.
POSS	Palomar Obs. Sky Survey — Фотогр. атлас обсерватории Маунт Паломар и Нац. географ. о-ва США — обзор неба с 48" телескопом Шмидта. Каждая карта $\sim$ 36 кв. градусов. Всего около 2000 карт в синих и красных лучах; звезды до 20—21 ^m .
RAS	Royal Astron. Society — Британское астрономическое о-во.
RASC	Royal Astr. Society of Canada — Астрон. о-во Канады. Торонто, Канада.

SA	Selected Areas — Избранные площадки Каптейна — план всестороннего исследования неба в 252 небольших площадках, равномерно распределенных по всему небу. Каталог 67 941 звезды (до $18^m,6$) в SA 1—139 от $+90^\circ$ до -15° издан обсерваторией Маунт Вилсон в 1930 г.
SDS	Southern Double Stars — Каталог (4 тома) южных двойных звезд. Издан в 1927 г. в Йоганнесбурге под руководством Р. Иннеса.
S&T	Sky and Telescope — «Небо и Телескоп» — американский научно-популярный журнал высокого уровня. Гарвардская обсерватория.
Trans IAU	Transactions of the IAU — Труды съездов МАС.
UAIC	Circulaire de l'Union Astronomique Internationale — Циркуляр, издаваемый Бюро срочных сообщений МАС.
W	General Catalogue of Stellar Radial Velocities — Общий каталог лучевых скоростей звезд — Каталог 15 106 звезд, составленный Р. Вилсоном, Вашингтон, США, 1953 г.
ZfAp	Zeitschrift für Astrophysik — Немецкий астрофизический журнал. Берлин (выходил до 1969 г.; см. A&Ap).

ТАБЛИЦЫ

ОБЩИЙ ОТДЕЛ

ТАБЛИЦА 1

Астрономические знаки и обозначения

☉	Солнце, а также Воскресенье	☾	метеор
☾	Луна » Понедельник	☾	телескопический метеор
♂	Марс » Вторник	✴	болид
♀	Меркурий » Среда	♁	астероид № 86
♃	Юпитер » Четверг	Var	переменная звезда
♀	Венера » Пятница	♊	или ♊ восходящий узел орбиты
♄	Сатурн » Суббота	♋	или ♋ нисходящий узел орбиты
♁	или ☉ Земля	♌	соединение (разность геоцентрических долгот 0°)
♅	или ♃ Уран	♍	противостояние (разность долгот 180°)
♆	или ♄ Нептун	☐	квадратура (разность долгот 90°)
♇	или ♅ Плутон	●	новолуние
♁	Веста	☾	первая четверть
♁	Юнона	☾	полнолуние
♁	Паллада	☾	последняя четверть
♁	Церера	α	или AR прямое восхождение
♁	Астрея	δ	склонение
♁	Ирида	λ	эклиптическая долгота, а также географическая долгота
♁	Геба	β	эклиптическая широта
♁	звезда	φ	географическая широта
♁	комета	z	зенитное расстояние
Знаки Зодиака	Геоцентр долготы	Знаки Зодиака	Геоцентр. долготы
♈	Aries, Овен, а также точка весеннего равноденствия, которая теперь находится в созвездии Рыб	♎	Libra, Весы, а также точка осеннего равноденствия, которая теперь находится в созвездии Девы
♉	Taurus, Телец	♏	Scorpius, Скорпион
♊	Gemini, Близнецы	♐	Sagittarius, Стрелец
♋	Cancer, Рак	♑	Capricornus, Козерог
♌	Leo, Лев	♒	Aquarius, Водолей
♍	Virgo, Дева	♓	Pisces, Рыбы

<i>N</i>	Север	<i>NE</i>	северо-восток	μ	собственное движение
<i>S</i>	Юг	<i>SE</i>	юго-восток	<i>l</i>	галактическая долгота
<i>E</i>	Восток	<i>WN</i>	северо-запад	<i>b</i>	галактическая широта
<i>W</i>	Запад	<i>SW</i>	юго-запад	π	годовой параллакс
<i>a</i>	год			V_r	лучевая скорость
<i>d</i>	сутки			<i>h</i>	высота светила над горизонтом
<i>h m s</i>	час, минута, секунда времени			<i>t</i>	часовой угол светила
$^{\circ} ' ''$	градус, минута, секунда дуги			<i>s</i>	звездное время
<i>A</i>	азимут				

ТАБЛИЦА 2
Греческий и латинский алфавиты

Греческий алфавит

<i>A, \alpha</i>	альфа	<i>I, \iota</i>	йота	<i>P, \rho</i>	ро
<i>B, \beta</i>	бэта	<i>K, \kappa</i>	каппа	$\Sigma, \sigma, \varsigma$	сигма
<i>\Gamma, \gamma</i>	гамма	<i>\Lambda, \lambda</i>	ламбда	<i>T, \tau</i>	тау
<i>\Delta, \delta</i>	дельта	<i>M, \mu</i>	ми	<i>\Upsilon, \upsilon</i>	ипсилон
<i>E, \epsilon</i>	эпсилон	<i>N, \nu</i>	ни	Φ, ϕ	фи
<i>Z, \zeta</i>	дзета	<i>\Xi, \xi</i>	кси	<i>\chi, \chi</i>	хи
<i>H, \eta</i>	эта	<i>O, o</i>	омикрон	Ψ, ψ	пси
$\theta, \vartheta, \vartheta$	тэта	<i>\Pi, \pi</i>	пи	Ω, ω	омега

Латинский алфавит

<i>A, a</i>	а	<i>J, j</i>	йот (жи)	<i>S, s</i>	эс
<i>B, b</i>	бэ	<i>K, k</i>	ка	<i>T, t</i>	тэ
<i>C, c</i>	цэ	<i>L, l</i>	эль	<i>U, u</i>	у
<i>D, d</i>	дэ	<i>M, m</i>	эм	<i>V, v</i>	вэ
<i>E, e</i>	э	<i>N, n</i>	эн	(W, w)	дубль-вэ)
<i>F, f</i>	эф	<i>O, o</i>	о	<i>X, x</i>	икс
<i>G, g</i>	гэ (же)	<i>P, p</i>	пэ	<i>Y, y</i>	ипсилон
<i>H, h</i>	ха (аш)	<i>Q, q</i>	ку		(игрек)
<i>I, i</i>	и	<i>R, r</i>	эр	<i>Z, z</i>	зэта (зет)

(В скобках указаны часто употребляемые французские названия, а также буква *w* которой нет в латинском алфавите)

ТАБЛИЦА 3
Единицы длины

1 метр (<i>m</i>)	= 1650763,73	длины волны оранжевой криптоновой линии в вакууме =
	= 100 см = 1000 мм	
1 сантиметр (<i>см</i>)	= 10^{-2} м = 10 мм	
1 миллиметр (<i>мм</i>)	= 10^{-3} м = 1000 микрон = 10^7 Å	
1 микрон (<i>мк, \mu</i>)	= 10^{-4} см = 0,001 мм = 1000 миллимикрон = 10^{-6} м = 10^4 Å	
1 миллимикрон (<i>ммк, m\mu</i>)	= 10^{-7} см = 10 ангстрем	
1 ангстрем (Å)	= 10^{-8} см = 0,1 мкм = 10^{-7} мм = 10^{-10} м	
1 километр (<i>км</i>)	= 10^5 см = 1000 м	
1 верста	= 500 сажень = 1,06680 км	
1 сажень	= 3 аршина = 2,13356 м (= 7 англ. футам)	
1 аршин	= 16 вершков = 0,7112 м	
1 вершок	= 4,44500 см	
1 русская линия	= 0,1 дюйма = 2,54 мм	

1 морская миля	= 1,8522 км (соответствует 1' дуги меридиана)
1 английская миля	= 1,609344 км (статутная миля)
1 английский фут	= 12 дюймам = 30,4800 см
1 английский дюйм	= 2,540 см («универсальный»)
1 астрономическая единица (а. е.)	= 149 600 000 км
1 световой год	= 9,463 · 10 ¹⁷ см = 0,3069 парсека = 63240 а. е.
1 парсек (пс)	= 30,857 · 10 ¹⁷ см = 206265 а. е. = 3,263 светового года ≈ 31 тыс. млрд. км
1 килопарсек (кпс)	= 1000 парсек = 30,857 · 10 ¹⁵ км
1 мегапарсек (Мпс)	= 1 000 000 парсек = 30,857 · 10 ¹⁸ км

ТАБЛИЦА 4

Некоторые математические величины

Отношение длины окружности к ее диаметру $\pi = 3,1415926536^*)$; $\lg \pi = 0,497149873$
Основание натуральных логарифмов $e = 2,7182818285$; $M = \lg e = 0,434294482$

$\lg M = 1,637784311,$ $\frac{1}{M} = \ln 10 = 2,3025850930;$

$\lg \frac{1}{M} = 0,362215689,$ $\ln \pi = 1,1447298858;$

1 радиан = $\frac{180^\circ}{\pi} = 57^\circ,2957795131 = 57^\circ 17' 44'',80625 =$
 $= 3437',74677078 = 206264'',806247$

$\sin 1^\circ = 0,0174533$
$1^\circ = 0,0174533$ радиана; $1' = 0,000290888$ радиана $\sin 1' = 0,0002909$
$1'' = 0,00000484814$ радиана $\sin 1'' = 0,00000485$

Площадь сферы = $129600/\pi = 41252,961$ кв. градуса; $360^\circ = 21600' = 1296000''$
Единица телесного угла *стерадиан* = $32400/\pi^2 = 3282,806$ кв. градуса (например, круговой конус с плоским углом при вершине в $65^\circ,5$)

$2\pi = 6,28319$	$\frac{1}{\pi} = 1,31831$	$\sqrt{2\pi} = 2,50663$	$\sqrt[3]{\pi} = 1,46459$
$4\pi = 12,56637$	$\sqrt{2} = 1,41421$	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} = 0,39894$	$\frac{1}{e} = 0,36788$
$\frac{\pi}{4} = 0,78540$	$\frac{1}{\pi^2} = 0,10132$	$\sqrt{\frac{\pi}{2}} = 1,25331$	$e^2 = 7,38906$
$\frac{4\pi}{3} = 4,18879$	$\sqrt{\pi} = 1,77245$	$\sqrt{3} = 1,73205$	$\frac{1}{e^2} = 0,13534$
$\pi^2 = 9,86960$	$\frac{1}{\sqrt{\pi}} = 0,56419$	$\sqrt[3]{\frac{2}{\pi}} = 0,79788$	$\sqrt{10} = 3,16228$

*) π — первая буква греческого слова *περιφέρεια* — окружность; с ЭВМ определено более 1000 десятичных знаков.

ТАБЛИЦА 5
Некоторые физические постоянные

Секунда—1/31 556 925,97474 часть тропического года для 1900 г. января 0, 12^h эфемеридного времени (МАС, 1955)
Универсальная постоянная тяготения f , входящая в закон тяготения Ньютона $F = f \frac{m_1 m_2}{R^2}$: $f = (6,673 \pm 0,0017) \cdot 10^{-8} \text{ г}^{-1} \cdot \text{см}^3 \cdot \text{сек}^{-2} *$
Ускорение силы тяжести на широте 45° (абсолютное) $g_{45^\circ} = 980,616 \text{ см} \cdot \text{сек}^{-2}$
Стандартное ускорение силы тяжести (принятое для барометрических расчетов) $g_0 = 980,665 \text{ см} \cdot \text{сек}^{-2}$
Число Авогадро (число молекул на моль) $N_0 = (6,022169 \pm 0,00040) \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Механический эквивалент тепла $(4,1855 \pm 0,0004) \text{ дж} \cdot \text{кал}^{-1} = 0,41046 \text{ кгм} \cdot \text{кал}^{-1}$
Скорость света в пустоте $c = (299792,5 \pm 0,1) \text{ км} \cdot \text{сек}^{-1} = \sim 3 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot \text{сек}^{-1}$
Электрон-вольт (eV или эв)—энергия, приобретаемая электроном при ускорении его разностью электрического потенциала в 1 в $= (1,6021917 \pm 0,0000070) \cdot 10^{-12} \text{ эрг}$
Скорость электрона, соответствующая 1 электрон-вольту, 593,2 км·сек⁻¹
Постоянная Больцмана $k = (1,380622 \pm 0,000059) \cdot 10^{-16} \text{ эрг} \cdot \text{град}^{-1}$
Постоянная Планка $h = (6,6262 \pm 0,0005) \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{сек}$
Заряд электрона $e = (4,803250 \pm 0,000021) \cdot 10^{-10} \text{ эл. стат. ед. (см}^{3/2} \cdot \text{г}^{1/2} \cdot \text{сек}^{-1})$
Масса электрона $m_e = (9,109558 \pm 0,000054) \cdot 10^{-28} \text{ г} = (0,51100041 \pm 0,00000016) \text{ Мэв}$
Масса протона $m_p = (1,67245 \pm 0,00005) \cdot 10^{-24} \text{ г} = (1836,109 \pm 0,011) m_e$
Постоянная закона Стефана—Больцмана, рассчитанная для полусферы, 1 см² и 1 сек, $\sigma = (5,6697 \pm 0,0029) \cdot 10^{-5} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{град}^{-4} \text{ сек}^{-1}$
Постоянная закона смещения Вина $A = (0,289780 \pm 0,000005) \text{ см} \cdot \text{град}$
Давление в 1 атмосферу (стандартная атмосфера) = 760 мм ртутного столба
 $A_0 = (1,013246 \pm 0,000004) \cdot 10^6 \text{ дин} \cdot \text{см}^{-2} = 1,0333 \text{ кг} \cdot \text{см}^{-2} = 1,01325 \text{ н} \cdot \text{см}^{-2} = 1013,246 \text{ мб (миллибар)}$
1 калория (малая) = $(4,1855 \pm 0,0004) \text{ дж} \approx 4 \cdot 10^7 \text{ эрг}$
Абсолютный нуль 0 °K = $-(273,155 \pm 0,015) \text{ }^\circ\text{C}$

*) С точностью до двадцатой доли процента можно принять:

$$f = \frac{200}{3} \cdot 10^{-9} \text{ г}^{-1} \cdot \text{см}^3 \cdot \text{сек}^{-2}.$$

ТАБЛИЦА 6А
Химические элементы

Элемент		Сим-вол	Атомный номер	Атомный вес (сист. A _C *)	Иониз. потенц. (сост. II) эв, eV	Космич. распространенность (лог. числа ат **)
русское название	латинское название					
Водород	Hydrogenium	H	1	1,0080	13,60	12,00
Гелий	Helium	He	2	4,0026	24,58	11,21
Литий	Lithium	Li	3	6,939	5,39	3,50
Бериллий	Beryllium	Be	4	9,0122	9,32	2,80

*) Вместо физической и химической шкал введена единая шкала «относительных атомных масс (весов)», в основу которой положена масса изотопа С¹², принятая за 12,000. Шкала A_C в 1 000 043 раза меньше химической A_x, основанной на атомном весе природной (атмосферной) смеси изотопов O (99,759% O¹⁶, 0,037% O¹⁷ и 0,204% O¹⁸), который принимался за 16.
**) Распространенность элементов в ближайшей части Галактики (по различным данным, приведенным в книге Л. Аллера «Распространенность химических элементов», перев. с англ., ИЛ, 1963, 357 стр.). Однако и вблизи Солнца встречаются звезды с аномалиями содержания различных элементов.

Элемент		Сим- вол	Атомный номер	Атомный вес (сист A _C *)	Иониз потенц (сост II) эв, eV	Космич рас- пространен- ность (лог числа ат **)
русское название	латинское название					
Бор	Borum	B	5	10,811	8,30	2,88
Углерод	Carboneum	C	6	12,01115	11,26	8,60
Азот	Nitrogenium	N	7	14,0067	14,54	8,05
Кислород	Oxygenium	O	8	15,9994	13,61	8,95
Фтор	Fluorum	F	9	18,9984	17,42	6,0
Неон	Neon	Ne	10	20,179	21,56	8,70
Натрий	Natrium	Na	11	22,9898	5,14	6,30
Магний	Magnesium	Mg	12	24,305	7,64	7,40
Алюминий	Aluminium	Al	13	26,9815	5,98	6,22
Кремний	Silicium	Si	14	28,086	8,15	7,50
Фосфор	Phosphorus	P	15	30,9738	10,55	5,40
Сера	Sulfur	S	16	32,064	10,36	7,35
Хлор	Chlorum	Cl	17	35,453	13,01	6,25
Аргон	Argon	Ar	18	39,948	15,76	6,88
Калий	Kalium	K	19	39,102	4,34	4,82
Кальций	Calcium	Ca	20	40,08	6,11	6,19
Скандий	Scandium	Sc	21	44,956	6,56	2,85
Титан	Titanium	Ti	22	47,90	6,83	4,89
Ванадий	Vanadium	V	23	50,942	6,74	3,82
Хром	Chromium	Cr	24	51,996	6,76	5,38
Марганец	Manganum	Mn	25	54,9380	7,43	5,12
Железо	Ferrum	Fe	26	55,847	7,90	6,57
Кобальт	Cobaltum	Co	27	58,9332	7,86	4,75
Никель	Niccolum	Ni	28	58,71	7,63	5,95
Медь	Cuprum	Cu	29	63,546	7,72	4,50
Цинк	Zincum	Zn	30	65,37	9,39	4,28
Галлий	Gallium	Ga	31	69,72	6,00	2,45
Германий	Germanium	Ge	32	72,59	7,88	3,20
Мышьяк	Arsenicum	As	33	74,9216	9,85	2,11
Селен	Selenium	Se	34	78,96	9,75	3,33
Бром	Bromum	Br	35	79,904	11,84	2,65
Криптон	Krypton	Kr	36	83,80	14,00	2,21
Рубидий	Rubidium	Rb	37	85,47	4,18	2,35
Стронций	Strontium	Sr	38	87,62	5,69	2,70
Иттрий	Yttrium	Y	39	88,905	6,6	2,45
Цирконий	Zirconium	Zr	40	91,22	6,95	2,50
Ниобий	Niobium	Nb	41	92,906	6,77	1,50
Молибден	Molybdaenum	Mo	42	95,94	7,18	1,88
Технеций	Technetium	Tc	43	97	7,45	—
Рутений	Ruthenium	Ru	44	101,07	7,5	1,44
Родий	Rhodium	Rh	45	102,905	7,7	0,80
Палладий	Palladium	Pd	46	106,4	8,33	1,26
Серебро	Argentum	Ag	47	107,868	7,57	0,82
Кадмий	Cadmium	Cd	48	112,40	8,99	1,45
Индий	Indium	In	49	114,82	5,78	0,75
Олово	Stannum	Sn	50	118,69	7,33	1,57
Сурьма	Stibium	Sb	51	121,75	8,64	0,95
Теллур	Tellurium	Te	52	127,60	9,01	2,05
Иод	Iodum	I	53	126,9044	10,44	1,35
Ксенон	Xenon	Xe	54	131,30	12,13	2,06
Цезий	Cesium	Cs	55	132,905	3,89	1,16
Барий	Barium	Ba	56	137,34	5,21	2,08

Элемент		Сим- вол	Атомный номер	Атомный вес (сист. АС*)	Иониз потенц (сост II) эв eV	Космич. рас- пространен- ность (лог. числа ат.**)
русское название	латинское название					
Лантан	Lanthanum	La	57	138,91	5,61	1,10
Церий	Cerium	Ce	58	140,12	6,9	1,29
Празеодим	Praseodymium	Pr	59	140,907	5,76	0,66
Неодим	Neodymium	Nd	60	144,24	6,3	1,36
Прометий	Promethium	Pm	61	147	(6,3)	—
Самарий	Samarium	Sm	62	150,35	5,7	0,89
Европий	Europium	Eu	63	151,96	5,67	0,48
Гадолиний	Gadolinium	Gd	64	157,25	6,16	1,05
Тербий	Terbium	Tb	65	158,924	6,7	0,24
Диспрозий	Dysprosium	Dy	66	162,50	6,8	1,08
Гольмий	Holmium	Ho	67	164,930	(6,9)	0,39
Эрбий	Erbium	Er	68	167,26	(6,9)	0,84
Тулий	Thulium	Tm	69	168,934	(6,9)	0,08
Иттербий	Ytterbium	Yb	70	173,04	6,26	0,78
Лютеций	Lutetium	Lu	71	174,97	5,0	0,06
Гафний	Hafnium	Hf	72	178,49	5,5	0,40
Тантал	Tantalum	Ta	73	180,948	6	0,75
Вольфрам	Wolfram	W	74	183,85	7,98	0,60
Рений	Rhenium	Re	75	186,2	7,87	0,90
Осмий	Osmium	Os	76	190,2	8,7	1,40
Иридий	Iridium	Ir	77	192,2	9,2	1,20
Платина	Platinum	Pt	78	195,09	8,96	1,70
Золото	Aurum	Au	79	196,967	9,22	0,66
Ртуть	Hydrargyrum	Hg	80	200,59	10,43	0,75
Таллий	Thallium	Tl	81	204,37	6,11	0,55
Свинец	Plumbum	Pb	82	207,19	7,42	1,50
Висмут	Bismuthum	Bi	83	208,980	8,3	0,50
Полоний	Polonium	Po	84	210	8,4	—
Астатин	Astatium	At	85	210	9,5	—
Радон	Radon	Rn	86	222	10,74	—
Франций	Francium	Fr	87	223	4,0	—
Радий	Radium	Ra	88	226	5,28	—
Актиний	Actinium	Ac	89	227	(5,5)	—
Торий	Thorium	Th	90	232,038	(5,7)	0,00
Протактиний	Protactinium	Pa	91	231	(5,7)	—
Уран	Uranium	U	92	238,03	(4)	—0,30
Нептуний	Neptunium	Np	93	237	—	—
Плутоний	Plutonium	Pu	94	242	—	—
Америций	Americium	Am	95	243	—	—
Кюрий	Curium	Cm	96	247	—	—
Берклий	Berkelium	Bk	97	247	—	—
Калифорний	Californium	Cf	98	252	—	—
Эйнштейний	Einsteinium	Es	99	254	—	—
Фермий	Fermium	Fm	100	257	—	—
Менделевий	Mendelevium	Md	101	257	—	—
Нобелий	Nobelium	No	102	255	—	—
Лоуренсий	Laurencium	Lr	103	256	—	—
Курчатовий	Curcatovium	Ku	104	264	—	—
Сергений	Sergenium	Sg	108	~291	—	—

Примечания Прометий, астатин, франций и все трансурановые элементы получены искусственно, в природе найден лишь изотоп нептуния

Гелий впервые был обнаружен на Солнце в 1868 г

Периоды полураспада: Тс 5·10⁵ лет, Рм 1^а, Ат 8^h,3, Fr 21^m, U 4,5·10⁹ лет, Np 2,20×10⁶ лет, Pu 7,6·10⁷ лет, Am 8,0·10³ лет, Cm>4·10⁷ лет, Bk 7·10³ лет, Cf 54^d, Lr·6^s.

ТАБЛИЦА 6 Б
Распределение электронов в атомах различных элементов

Эле- мент	K	L	M	N	Эле- мент	K	L	M	N	O	Эле- мент	K	L	M	N	O	P	Эле- мент	K	L	M	N	O	P	Q
H	1				Ce	2	8	15	2		I	2	8	18	18	7		Au	2	8	18	32	18	1	
He	2				Ni	2	8	16	2		Xe	2	8	18	18	8		Hg	2	8	18	32	18	2	
Li	2	1			Cu	2	8	18	1		Cs	2	8	18	18	8	1	Tl	2	8	18	32	18	3	
Be	2	2			Zn	2	8	18	2		Ba	2	8	18	18	8	2	Pb	2	8	18	32	18	4	
B	2	3			Ga	2	8	18	3		La	2	8	18	18	9	2	Bi	2	8	18	32	18	5	
C	2	4			Ge	2	8	18	4		Ce	2	8	18	20	8	2	Po	2	8	18	32	18	6	
N	2	5			As	2	8	18	5		Pr	2	8	18	21	8	2	At	2	8	18	32	18	7	
O	2	6			Se	2	8	18	6		Nd	2	8	18	22	8	2	Rn	2	8	18	32	18	8	
F	2	7			Br	2	8	18	7		Pm	2	8	18	23	8	2	Fr	2	8	18	32	18	8	1
Ne	2	8			Kr	2	8	18	8		Sm	2	8	18	24	8	2	Ra	2	8	18	32	18	8	2
Na	2	8	1		Rb	2	8	18	8	1	Eu	2	8	18	25	8	2	Ac	2	8	18	32	18	9	2
Mg	2	8	2		Sr	2	8	18	8	2	Gd	2	8	18	25	9	2	Th	2	8	18	32	18	10	2
Al	2	8	3		Y	2	8	18	9	2	Tb	2	8	18	27	8	2	Pa	2	8	18	32	20	9	2
Si	2	8	4		Zr	2	8	18	10	2	Dy	2	8	18	28	8	2	U	2	8	18	32	21	9	2
P	2	8	5		Nb	2	8	18	12	1	Ho	2	8	18	29	8	2	Np	2	8	18	32	23	8	2
S	2	8	6		Mo	2	8	18	13	1	Er	2	8	18	30	8	2	Pu	2	8	18	32	24	8	2
Cl	2	8	7		Tc	2	8	18	13	2	Tm	2	8	18	31	8	2	Am	2	8	18	32	25	8	2
Ar	2	8	8		Ru	2	8	18	15	1	Yb	2	8	18	32	8	2	Cm	2	8	18	32	25	9	2
K	2	8	8	1	Rh	2	8	18	16	1	Lu	2	8	18	32	9	2	Bk	2	8	18	32	27	8	2
Ca	2	8	8	2	Pd	2	8	18	18	0	Hf	2	8	18	32	10	2	Cf	2	8	18	32	28	8	2
Sc	2	8	9	2	Ag	2	8	18	18	1	Ta	2	8	18	32	11	2	Es	2	8	18	32	29	8	2
Ti	2	8	10	2	Cd	2	8	18	18	2	W	2	8	18	32	12	2	Fm	2	8	18	32	30	8	2
V	2	8	11	2	In	2	8	18	18	3	Re	2	8	18	32	13	2	Md	2	8	18	32	31	8	2
Cr	2	8	13	1	Sn	2	8	18	18	4	Os	2	8	18	32	14	2	No	2	8	18	32	32	8	2
Mn	2	8	13	2	Sb	2	8	18	18	5	Ir	2	8	18	32	15	2	Lr	2	8	18	32	32	9	2
Fe	2	8	14	2	Te	2	8	18	18	6	Pt	2	8	18	32	17	1	Ku	2	8	18	32	32	10	2
Ce	2	8	15	2	I	2	8	18	18	7	Au	2	8	18	32	18	1								

ТАБЛИЦА 7
Международная система единиц СИ

Международная система единиц СИ (т.е. SI — Система Интернациональная), принята Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при СМ СССР 18 сентября 1961 г. Она универсальна и удобна для применения, и со временем повсеместно должна вытеснить все другие системы единиц СИ состоит из шести основных, двух дополнительных и ряда производных единиц. Ниже приводятся из производных единиц те, которые используются в астрономии:

Основные единицы СИ

- Длина — метр (обозначается *м* или *m*)
- Масса — килограмм (*кг* или *kg*)
- Время — секунда (*сек* или *s*)
- Сила света — свеча (*св* или *cd*)
- Термодинамическая температура — градус Кельвина (°K)
- Сила электрического тока — ампер (*а* или *A*)

Дополнительные единицы СИ

- Угол в плоскости — радиан (*рад* или *rad*)
- Угол в пространстве (телесный угол) — стерadian (*стер* или *sr*)

Некоторые производные единицы, используемые
в астрономии

Плотность — килограмм на кубический метр ($кг/м^3$ или kg/m^3)
 Сила (в том числе и сила веса) — ньютон ($н$ или N); размерность $кг \cdot м \cdot сек^{-2}$
 Работа, энергия, а также количество теплоты — джоуль ($дж$ или J); размерность $н \cdot м$.
 Мощность — ватт ($вт$ или $ш$); размерность $дж \cdot сек^{-1}$
 Давление — $н$ на $м^2$ ($н/м^2$ или N/m^2)
 Угловая скорость — радиан в секунду ($рад/сек$ или rad/s)
 Теплоемкость — джоуль на градус ($дж/град$ или J/deg)
 Количество электричества — кулон ($к$ или $с$) или ампер-секунда ($а \cdot сек$ или $a \cdot s$)
 Разность потенциалов — вольт ($в$ или v); размерность $вт \cdot а^{-1}$
 Световой поток — люмен ($лм$ или lm); размерность $св \cdot стер$
 Световая энергия — люмен-секунда ($лм \cdot сек$ или $lm \cdot s$)
 Освещенность — люкс ($лк$ или lx); размерность $лм \cdot м^{-2}$

ТАБЛИЦА 8

Астрономические постоянные

А. XII съездом МАС в 1964 г. утверждена новая система астрономических постоянных. Решено принять для а. е. округленное значение $149\,600\,000$ км (вытекающее из современных радиолокационных измерений межпланетных расстояний), что соответствует параллаксу Солнца $8'',794$ и постоянной абберации $20'',496$.

По данным анализа движения ИСЗ отношение массы Земли к массе Луны принимается равным $81,30$. Длину радиуса земного экватора приняли равной (6378160 ± 10) м. Сплюснутость земного эллипсоида (также из анализа движений ИСЗ) $1/298,25$ (очень близко к сплюснутости эллипсоида Красовского). Таким образом, новая система основных и производных постоянных может быть суммирована следующим образом:

Основные постоянные

Эфемеридная секунда	$s = 1/31556925,97474$ тропического года эпохи 1900 г
Астрономическая единица	$A = 149600 \cdot 10^6$ м
Экваториальный радиус Земли	$a_e = 6378160$ м
Гауссова гравитационная постоянная	$\gamma = \sqrt{f} = 0,01720209895$
Геоцентрическая гравитационная постоянная, равная произведению $f \cdot M_\odot$	$GE = 398603 \cdot 10^9$ м ³ /сек ²
Отношение масс Земли и Луны	$\frac{1}{\mu} = 81,30$
Скорость света	$c = 299792,5 \cdot 10^3$ м/сек
Общая прецессия в долготе за 100 тропических лет (для эпохи 1900 г.)	$p = 5025'',64$
Наклон эклиптики к экватору (1900 г.)	$\varepsilon = 23^\circ 27' 08'',26$
Постоянная нутации (1900 г.)	$N = 9'',210$
Динамический коэффициент сплюснутости Земли	$I_2 = 0,0010827$

Производные постоянные

Параллакс Солнца	$\pi_\odot = 8'',794$
Постоянная абберации	$\kappa = 20'',496$

Гелиоцентрическая гравитационная постоянная	$GS = 132718 \cdot 10^{15} \text{ м}^3/\text{сек}^2$
Отношение масс Солнца и Земли	$S/E = 332958$
Отношение массы Солнца к массе системы Земля и Луна	$S/E(1+\mu) = 328\,912$
Световое время для а. е.	$A/c = 499^s,012 = 8^m,317 = 0^h,1386 = 0^d,005775 = \sim 500 \text{ сек}$
Среднее расстояние Луны от Земли	$a_{\zeta} = 384400 \cdot 10^3 \text{ м}$
Параллакс Луны (средний)	$3422'',61 = 57'2'',61$
Постоянная лунного неравенства	$L = 6'',440$
Постоянная параллактического неравенства Луны	$P_{\zeta} = 124'',986$
Сплюснутость земного эллипсоида	$c = \frac{1}{298,25}$

Б. Другие астрономические величины либо «постоянные», меняющиеся со временем («постоянные» фиксируют значение величины для определенной эпохи).

Сбщая годовая прецессия по прямому восхождению $m = 46'',0851 + 0'',000279(t - 1900)$ или $m = 3^s,07234 + 0^s,0000186(t - 1900)$	
Сбщая годовая прецессия по склонению $n = 20'',0468 - 0'',000085(t - 1900)$	
Средний наклон экватора к эклиптике $\varepsilon = 23^\circ 27' 8'',26 - 0'',4684(t - 1900)$	
Продолжительность юлианского года $365,25 \text{ ср. суток} = 8766^h = 52960^m = 31557600^s$	
Продолжительность среднего гражданского года (григорианский стиль) $365,2425 \text{ ср. солн. суток} = 365^d 5^h 49^m 12^s$	
Продолжительность тропического года $365,24219379 - 0,0000000614(t - 1900) * = [365^d 5^h 48^m 46^s = 8765^h,813 = 525948^m,77] = 31556926^s,34 - 0^s,0053(t - 1900)$	
Продолжительность звездного года $365,25636042 + 0,0000000011(t - 1900) = 365^d 6^h 9^m 10^s$	
Продолжительность аномалистического года $365,25964124 + 0,0000000304(t - 1900)$	
Продолжительность драконического года $346,620031 + 0,00000012(t - 1900)$	
Продолжительность лунного года в 12 синодических месяцев $354,35 \text{ ср. солн. суток}$	
Продолжительность тропического месяца $27,321582 \text{ ср. суток} = 27^d 7^h 43^m 4^s$	
Продолжительность аномалистического месяца $27,554550 \text{ ср. суток} = 27^d 13^h 18^m 33^s$	
Продолжительность драконического месяца $27,212220 \text{ ср. суток} = 27^d 5^h 5^m 36^s$	
Средняя продолжительность календарного месяца (1/12 ср.солн. года) $30^d 10^h 29^m 4^s$	
Средние солнечные сутки $= 1,002737909 \text{ звездных суток} = 24^h 3^m 56^s,5554 \text{ зв. времени}$	
Звездные сутки $= 0,997269566 \text{ ср. солн. суток} = 23^h 56^m 04^s,0905 \text{ ср. солн. времени}$	
Среднее суточное видимое движение Солнца $= 0^\circ,9856076686 = 59',136460 = 3548'',18761$	
Сутки $= 24^h = 1440^m = 86400^s$	
Звездная величина V люкса (за пределами атмосферы) $= -13^m,89 \pm 0^m,05$ (в атмосфере теряется около $0^m,3$; таким образом, на поверхности Земли люкс соответствует $-13^m,6$)	
Освещенность от всего ночного безлунного неба $0,0003 \text{ лк}$; его поверхностная яркость в зените 10^{-8} сб , что соответствует $V = 22^m,39$ с квадратной секунды	

*) Уменьшается на $0^s,53$ в сто лет.

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

ТАБЛИЦА 9
Данные о Земле

Экваториальный радиус $a = 6378,160$ км
Полярный радиус $b = 6356,777$ км
Средний радиус $6371,032$ км
Радиус-вектор на уровне моря на широте φ $r = a(0,998320 + 0,001684 \cos 2\varphi - 0,000004 \cos 4\varphi + \dots)$
Сплюснутость земного эллипсоида $c = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298,25}$
Эксцентриситет земного меридиана $e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} = 0,081820$
Поверхность Земли $510\,069\,000$ км ²
Поверхность суши $= 29,2\%$ всей поверхности Земли *)
Водная поверхность $= 70,8\%$ всей поверхности Земли
Объем Земли $1,083219 \cdot 10^{12}$ км ³ $\approx 1,1 \cdot 10^{27}$ см ³
Масса Земли $5,978 \cdot 10^{27}$ г **) $= 1 : (332958 \pm 20)$ массы Солнца $\approx$ трех миллионов массы $\odot$
Средняя плотность Земли $5,518$ г/см ³
Средняя плотность (земной коры) $2,80$ г/см ³
Критическая скорость (скорость освобождения) у поверхности $11,2$ км·сек ⁻¹
Длина 1° географической долготы $(111,321 \cos \varphi - 0,094 \cos 3\varphi)$ км (см. табл. 12)
Длина 1° географической широты $(111,143 - 0,562 \cos 2\varphi)$ км (см. табл. 12)
Разность астрономической φ и геоцентрической φ' широт
$\varphi - \varphi' = 695'',66 - 1'',17 \sin 4\varphi + 0'',003 \sin 6\varphi$ (см. табл. 12)
Угловая скорость вращения Земли $15'',041$ сек ⁻¹ $= 0,000072921$ сек ⁻¹
Линейная скорость точки экватора $465,119$ м/сек ⁻¹
Линейная скорость точки земной поверхности на широте φ равна $465,119 \cdot \cos \varphi$ м·сек ⁻¹
Средняя скорость движения Земли по орбите $29,765$ км·сек ⁻¹ $\approx 100\,000$ км·час ⁻¹
Наибольшая скорость (в перигелии) $30,27$ км·сек ⁻¹
Наименьшая скорость (в афелии) $29,27$ км·сек ⁻¹
Ускорение Земли к Солнцу $0,59$ см/сек ²
Ускорение силы тяжести на Земле (стандартное) $g_0 = 980,665$ см·сек ⁻²
То же на широте 45° (абсолютное) $g_{45^\circ} = 980,616$ см·сек ⁻²
Ночное излучение Земли (в ясную ночь) $0,1 - 0,2$ кал·см ⁻² ·мин ⁻¹

*) Около 0,1 суши покрыто вечными снегами и льдом.

**) Около 0,024% массы Земли составляет вода во всех ее формах; масса атмосферы Земли $(5,158 \pm 0,001) \cdot 10^{21}$ г (АЦ № 593, 1970)

ТАБЛИЦА 10
Геохронология
(геологическое летоисчисление)

Эры продолж в млн. лет		Периоды продолж. в млн. лет		Конец периода в млн. лет
Кайнозой	70	Четвертичный	1	0 *)
		Неоген	29	1
		Палеоген	40	30
Мезозой	115	Меловой	40	70
		Юра	40	110
		Триас	35	150
Палеозой	325	Пермь	40	185
		Карбон (каменноугольный)	50	225
		Девон	35	275
		Силур	35	310
		Ордовик	85	345
		Кембрий	80	430
Протерозой	~700			510
Архей	1500:	Верхний архей	1500	1200
		Нижний архей	?	2700

*) Современная эпоха.

ТАБЛИЦА 11

Изменение с высотой H (в км) атмосферного давления P (в миллибарах и в мм. ртутного столба), плотности воздуха ρ (в г/см³), числа N молекул или атомов в см³, длины свободного пробега l (в см) и средней температуры (в °C)

H , км	P		ρ , г/см	$N/\text{см}^3$	l , см	t °C
	мб	мм Hg				
0	1013	760	$1,22 \cdot 10^{-3}$	$2,55 \cdot 10^{19}$	$7,4 \cdot 10^{-6}$	+15°
1	899	675	$1,11 \cdot 10^{-3}$	$2,31 \cdot 10^{19}$	$8,1 \cdot 10^{-6}$	+ 8
2	795	596	$1,01 \cdot 10^{-3}$	$2,10 \cdot 10^{19}$	$8,9 \cdot 10^{-6}$	+ 2
3	701	526	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$1,89 \cdot 10^{19}$	$9,9 \cdot 10^{-6}$	— 5
4	616	462	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$1,70 \cdot 10^{19}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	—11
5	540	405	$7,4 \cdot 10^{-4}$	$1,53 \cdot 10^{19}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	—18
6	472	354	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,37 \cdot 10^{19}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	—24
8	356	267	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$1,09 \cdot 10^{19}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	—37
10	264	196	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$8,6 \cdot 10^{18}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	—50
15	121	91	$1,93 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{18}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$	—59
20	56	42	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$1,85 \cdot 10^{18}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	—59
30	12	9,0	$1,90 \cdot 10^{-5}$	$3,9 \cdot 10^{17}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$	—48
40	2,9	2,2	$3,9 \cdot 10^{-6}$	$7,6 \cdot 10^{16}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	— 5
50	0,97	0,76	$1,15 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{16}$	$8,5 \cdot 10^{-3}$	+ 3
70	0,08	0,06	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{15}$	0,09	—54
100	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{13}$	9	—43
120	$6 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-11}$	$1,8 \cdot 10^{12}$	130	+27
150	$5 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$3,2 \cdot 10^{-12}$	$9 \cdot 10^{10}$	$1,8 \cdot 10^3$	+177
200	$5 \cdot 10^{-7}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-13}$	$5 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^4$	+427
300	$4 \cdot 10^{-8}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	$8 \cdot 10^{-15}$	$3 \cdot 10^8$	—	+627
500	$2 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-16}$	$1 \cdot 10^7$	—	+727
1000	$1 \cdot 10^{-11}$	$7,5 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-18}$	$1 \cdot 10^5$	—	+727

ТАБЛИЦА 12

Разность географической и геоцентрической широт $\varphi - \varphi'$, длина дуги меридиана и длина дуги параллели (советский эллипсоид)

φ	$\varphi - \varphi'$ *)	Дуга меридиана (в м)			Дуга параллели (в м)		
		дуга в 1°	дуга в $1'$	дуга в $1''$	дуга в 1° , т. е. в 4^m долготы	дуга в $1'$, т. е. в 4^s долготы	дуга в $1''$, т. е. в $0^s,07$ долготы
0°	0' 0",0	110576,4	1842,938	30,716	111321,4	1855,356	30,923
5	1 59,9	110586,5	1843,078	30,718	110900,6	1848,343	30,806
10	3 56,1	110613,2	1843,496	30,725	109641,2	1827,354	30,456
15	5 45,3	110655,6	1844,178	30,736	107552,3	1792,538	29,876
20	7 24,1	110712,6	1845,104	30,752	104648,9	1744,148	29,069
25	8 49,4	110782,4	1846,247	30,771	100951,8	1682,530	28,042
30	9 58,8	110862,9	1847,573	30,793	96487,9	1608,132	26,802
35	10 50,1	110951,7	1849,042	30,817	91289,7	1521,495	25,358
40	11 21,7	111046,2	1850,609	30,843	85395,3	1423,255	23,721
45	11 32,6	111143,5	1852,228	30,870	78848,2	1314,136	21,902
50	11 22,5	111240,6	1853,849	30,897	71696,9	1194,949	19,916
55	10 51,6	111334,6	1855,424	30,924	63995,2	1066,587	17,776
60	10 00,8	111422,6	1856,903	30,948	55800,9	930,015	15,500
65	8 51,7	111501,9	1858,241	30,971	47176,3	786,272	13,105
70	7 26,4	111570,1	1859,398	30,990	38187,2	636,453	10,603
75	5 47,3	111625,1	1860,337	31,006	28902,5	481,708	8,028
80	3 57,6	111665,0	1861,030	31,017	19393,8	323,230	5,387
85	2 00,7	111688,8	1861,454	31,024	9734,7	162,245	2,704
90	0 00,0	111695,9	1861,597	31,027	0	0	0

*) $\varphi - \varphi' = 692'',627\sin 2\varphi - 1'',163\sin 4\varphi + 0'',003\sin 6\varphi$.

ТАБЛИЦА 13

Продолжительность самого длинного и самого короткого дня на разных широтах (с учетом рефракции)

Широта	Максимальная продолжительность дня	Минимальная продолжительность дня	Широта	Максимальная продолжительность дня	Минимальная продолжительность дня
0°	12 ^h 05 ^m	12 ^h 04 ^m ,5	50°	16 ^h 18 ^m	8 ^h 0 ^m
10°	12 40	11 30	55°	17 17	7 5
20°	13 18	10 53	60°	18 45	5 45
30°	14 02	10 10	65°	21 43	3 22
40°	14 58	9 16	65° 59'	24 00	2 30
45°	15 33	8 42	67° 7'	24 00	0 00

ТАБЛИЦА 14

Продолжительность полярного дня и полярной ночи
на разных широтах (с учетом рефракции)

Сев. широта	Полярн. день	Полярн ночь	Сев широта	Полярн. день	Полярн. ночь	Южн. широта	Полярн день	Полярн. ночь	Южн. широта	Полярн день	Полярн ночь
67°,1	0 ^d	0 ^d	77°	119 ^d	105 ^d	67°,1	0 ^d	0 ^d	77°	113 ^d	112 ^d
68	40	23	78	126	111	68	30	26	78	118	117
69	61	42	79	131	117	69	54	46	79	124	124
70	70	55	80	137	123	70	65	59	80	130	130
71	78	63	81	142	129	71	73	68	81	136	136
72	86	72	82	148	134	72	80	77	82	141	143
73	93	79	83	153	139	73	87	85	83	145	147
74	100	86	84	158	144	74	94	92	84	151	153
75	107	93	85	163	150	75	101	99	85	156	158
76	114	99	90	189	176	76	107	106	90	182	183

ТАБЛИЦА 15

Данные о Луне

Средний суточный параллакс Луны $57'2'',61 = \sim 1^\circ$ (параллакс меняется в среднем от $53'54'',6$ до $61'31'',4$)
Среднее расстояние Луны от Земли $384\,440\text{ км}^*) = 0,00257\text{ а. е.} = 60,2682\text{ радиуса Земли}$ (расстояние меняется от $356\,410$ до $406\,740\text{ км}^{**})$)
Наибольший видимый угловой диаметр Луны $33'32''$
Наименьший видимый угловой диаметр Луны $29'20''$
Видимый угловой диаметр Луны на среднем расстоянии от Земли $31'5'',16 = \sim 1865'',2$
Диаметр Луны $3474,4\text{ км} = 0,27234\text{ экв. диаметра Земли} \approx \frac{3}{11}\text{ земного}$
Объем Луны $2195,3 \cdot 10^7\text{ км}^3 = 2,2 \cdot 10^{25}\text{ см}^3 = 0,020266\text{ объема Земли} \approx \frac{1}{50}\text{ земного}$
Поверхность Луны $3,791 \cdot 10^7\text{ км}^2 = 0,0743\text{ земной} = \frac{1}{14}\text{ земной}$
Масса Луны $\frac{1}{81,301}\text{ массы Земли} = 0,012300\text{ массы Земли} = \frac{1}{27070500}\text{ массы Солнца} = 7,35 \cdot 10^{25}\text{ г} \sim 73\text{ триллиона тонн}$
Средняя плотность Луны $3,350\text{ г}\cdot\text{см}^{-3} = 0,607\text{ средней плотности Земли}$
Ускорение силы тяжести на поверхности Луны $1,623\text{ м}\cdot\text{сек}^{-2} = 0,166\text{ земного} \approx \frac{1}{6}\text{ земного}$
Критическая скорость (скорость освобождения) $2,38\text{ км/сек}$

*) По радиолокационным данным $384\,402 \pm 2\text{ км}$
**) А земная тень — от $356\,900$ до $399\,100\text{ км}$.

- Средний эксцентриситет лунной орбиты $0,05490 \approx 1/18$; линейный эксцентриситет 21 000 км
- Наклон лунной орбиты к эклиптике $5^{\circ}8'43'',4$ (меняется с $P=173^d$ от $4^{\circ}59'$ до $5^{\circ}19'$)
- Средний наклон лунного экватора к орбите $6^{\circ}40',7$ (наклон меняется от $6^{\circ}51'$ до $6^{\circ}31'$)
- Наклон лунного экватора к эклиптике $1^{\circ}32'47'' \pm 24''$
- Наклон лунной орбиты к земному экватору меняется от $18^{\circ}18'$ до $28^{\circ}36'$
- Либрация по долготе $7^{\circ}54'$
- Либрация по широте $6^{\circ}50'$
- Параллактическая либрация около 1°
- Невидимая с Земли часть поверхности Луны составляет 0,410 всей поверхности Луны (в первый раз сфотографирована первой советской автоматической межпланетной станцией в октябре 1959 г.); 0,180 всей поверхности то видимы, то не видимы
- Средняя видимая угловая скорость движения Луны $12^{\circ},15$ в сутки, около $0^{\circ},53$ в час $\approx$ поперечник лунного диска в час
- Средняя скорость движения Луны по орбите $1,023$ км/сек ≈ 3681 км/час
- Ускорение Луны в ее движении вокруг Земли $0,272$ см/сек²
- Сидерический месяц, равный периоду вращения Луны, $27^d7^h43^m11^s,47=27^d,321661$ ср. суток $\approx 655^h43^m$
- Синодический месяц $29^d12^h44^m2^s,78=29^d,5305882$ ср. суток $\approx 708^h41^m$ (меняется от $29^d,25$ до $29^d,83$, т. е. $\sim$ на 13^h , вследствие эллиптичности лунной орбиты)
- Период вращения линии узлов $6798^d \approx 18,61$ тропич. лет
- Период вращения линии апсид $3232^d \approx 8,85$ тропич. лет
- Сферическое альbedo Луны 0,07
- Видимая визуальная звездная величина в полнолунии $m_V = -12^m,71 \pm 0^m,06$ (полная Луна светит в 465 000 ($\pm 10\%$) раз слабее Солнца)
- Показатель цвета Луны $B-V = +1^m,2$
- Средняя яркость полной Луны 0,251 сб
- Освещенность, создаваемая полной Луной в зените на Земле на поверхности, перпендикулярной к направлению падающих лучей, 0,25 люкса
- «Лунная постоянная» — поток от Луны на Землю — $1/225000$ м. калорий
- Температура в подсолнечной точке $+130^{\circ}\text{C}$
- Температура ночной стороны поверхности Луны — $150 \div 160^{\circ}\text{C}$

ТАБЛИЦА 16

Фазы Луны (точнее, возраст Луны в днях) нулевого числа каждого месяца
в 1950—2007 гг. (новолуние — фаза 0^d, первая четверть — 7^d,
полнолуние — 15^d, последняя четверть — 22^d)

Годы			Янв.	Февр	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент.	Окт	Нояб	Дек.
1950	1969	1988	11	12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1951	1970	1989	22	23	23	24	25	26	27	28	29	0	1	2
1952	1971	1990	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1953	1972	1991	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1954	1973	1992	25	26	26	27	28	29	0	1	2	3	4	5
1955	1974	1993	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1956	1975	1994	17	18	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1957	1976	1995	28	29	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1958	1977	1996	10	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1959	1978	1997	21	22	22	23	24	25	26	27	28	29	0	1
1960	1979	1998	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1961	1980	1999	13	14	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1962	1981	2000	24	25	25	26	27	28	29	0	1	2	3	4
1963	1982	2001	5	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1964	1983	2002	16	17	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1965	1984	2003	27	28	28	29	0	1	2	3	4	5	6	7
1966	1985	2004	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1967	1986	2005	19	20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1968	1987	2006	0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1969	1988	2007	11	12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

ТАБЛИЦА 17
Освещенность, создаваемая Луной при разных углах фазы на поверхности, перпендикулярной к направлению падающих лучей

Угол фазы	Освещенность	
	до полнолуния	после полнолуния
0°	100 (полнолун.)	100 (полнолун.)
10	78,8	76,0
20	60,3	58,7
30	46,6	45,3
40	35,7	35,0
50	27,6	27,3
60	21,1	21,1
70	16,2	15,6
80	12,0	11,1
90	8,2 (перв. четв.)	7,8 (посл. четв.)
100	5,6	5,8
110	3,8	4,1
120	2,5	2,6
130	1,5	1,6
140	—	0,9
150	—	0,4

ТАБЛИЦА 18
Затмения Луны с 1970 по 1985 г.

Дата	У. Т.	z	Продолжит		Луна в зените	
			част.	полн.	λ	φ
1970 21 февр	8 ^h 31 ^m	0,6	26 ^m	—	—124°	+11°
1970 17 авг.	3 25	5,0	71	—	— 50	—14
1971 10 февр.	7 42	15,6	107	39 ^m	—112	+14
1971 6 авг.	19 44	20,7	112	51	+ 65	—17
1972 30 янв.	10 53	12,9	102	21	—160	+18
1972 26 июля	7 18	6,9	80	—	—108	—20
1973 10 дек.	1 48	1,2	36	—	— 29	+23
1974 4 июня	22 14	9,9	93	—	+ 26	—22
1974 29 нояб.	15 16	15,5	106	38	+128	+21
1975 25 мая	5 46	17,5	109	45	— 87	—21
1975 18 нояб.	22 24	13,1	102	23	+ 20	+19
1976 13 мая	19 50	1,7	43	—	+ 62	—18
1977 4 апр.	4 21	2,5	51	—	— 64	— 6
1978 24 марта	16 25	17,5	109	45	+115	— 2
1978 16 сент.	19 03	16,0	107	41	+ 73	— 3
1979 13 марта	21 10	10,5	94	—	+ 45	+ 3
1979 6 сент.	10 54	13,4	103	26	—164	— 7
1981 17 июня	4 48	6,9	80	—	— 71	—21
1982 9 янв.	19 56	16,2	107	42	+ 63	+22
1982 6 июля	7 30	20,6	112	51	—112	—23
1982 30 дек.	11 26	14,4	105	33	—171	+23
1983 25 июня	8 25	4,1	65	—	—126	—23
1985 4 мая	19 57	14,8	106	35	+ 60	—16
1985 28 окт.	17 43	12,9	102	21	+ 90	+13

ТАБЛИЦА 19
Данные о Солнце

Параллакс Солнца при среднем расстоянии Земли от Солнца $\pi_{\odot} = 8'',7940976 \pm \pm 0'',0000147$ (по радарным измерениям). МАС в 1964 г. принял значение $8'',79$
Параллакс Солнца меняется в пределах от $8'',94$ до $8'',65$
Среднее расстояние до Солнца $= 23455,04$ экваториального радиуса Земли $= (149\,599\,300 \pm 2000)$ км $= 1$ а. е. $= 107,6 D_{\odot}$
Диаметр Солнца $D_{\odot} = 1\,392\,000$ км $= 109,12 D_{\oplus} \approx 14 \cdot 10^{10}$ см
Поверхность Солнца в 11 930 раз больше поверхности Земли $= 6087 \cdot 10^{22}$ см² $= 608,7 \cdot 10^{10}$ км²
Объем Солнца $V_{\odot} = 1\,303\,800 V_{\oplus} = 1,412 \cdot 10^{33}$ см³ $= 1,4 \cdot 10^{18}$ км³
Наибольший видимый угловой диаметр Солнца $32'35'',78$ (Земля в перигелии) $= 1955'',78$
Наименьший видимый угловой диаметр Солнца $31'31'',34$ (Земля в афелии) $= 1891'',34$
Видимый угловой диаметр на расстоянии 1 а. е. (средний угловой диаметр) $1919'',26 = 31'59'',26$ *)
Масса Солнца $M_{\odot} = (1,9904 \pm 0,002) \cdot 10^{33}$ г $= 332\,958 M_{\oplus} = 328\,912 (M_{\oplus} + M_{\text{Л}})$
Средняя плотность $\rho_{\odot} = 1,410$ г см⁻³ $= 0,255 \rho_{\oplus}$
Плотность в центре Солнца ~ 98 г см⁻³
Ускорение силы тяжести на поверхности Солнца $g_{\odot} = 2,738 \cdot 10^4$ см сек⁻², в 27,9 раза больше, чем на поверхности Земли
Критическая скорость (скорость освобождения) на поверхности Солнца $617,7$ км/сек
Линейная скорость точки солнечного экватора $2,025$ км/сек
Синодический период вращения точки экватора $27,275$ суток ($13^{\circ},199$ в сутки)
Сидерический период вращения точки экватора $25,380$ суток ($14^{\circ},184$ в сутки)
Наклон экватора Солнца к эклиптике $7^{\circ}15'00''$
Долгота восходящего узла солнечного экватора $75^{\circ}04'$ (1950,0) — см. стр. 314
Северный конец оси вращения Солнца пересекает небесную сферу в точке с координатами $\alpha = 19^{\text{h}} 4^{\text{m}}$, $\delta = +64^{\circ}$ (между Полярной и Вегой)
Среднее значение *солнечной постоянной* **) на высоте 65 км $1,99 \pm 0,02$ кал см⁻² мин⁻¹ $= 1,388 \cdot 10^6$ эрг сек⁻¹ см⁻²
Мощность солнечного излучения на высоте 65 км (практически на границе земной атмосферы) соответствует $1,388$ квт м⁻² $= 1,388 \cdot 10^6$ эрг см⁻² сек⁻¹
Светимость Солнца, принимаемая за единицу, или общая радиация, излучаемая Солнцем $(3,88 \pm 0,03) \cdot 10^{33}$ эрг сек⁻¹ $= 1,19 \cdot 10^{41}$ эрг год⁻¹ ***)
Излучение одного см² поверхности Солнца $6,41 \cdot 10^{10}$ эрг сек⁻¹ $\approx 50\,000$ метросвечей
Мощность общего излучения Солнца $51 \cdot 10^{22}$ л. с. $= 374 \cdot 10^{21}$ квт
Сила света Солнца $302 \cdot 10^{25}$ межунар свечей.
Средняя яркость поверхности солнечного диска (на границе земной атмосферы) $202\,000$ стильбов (сб)
Освещенность от Солнца (вне атмосферы) $137\,000$ люкс (лк) $= 548\,000$ полных лун в зените
Видимая звездная величина Солнца в системе V: вне атмосферы $-26^{\text{m}},78$, в зените $-26^{\text{m}},58$

*) Из наблюдений диаметр Солнца на среднем расстоянии Земли от Солнца получается $32'2'',36$ вследствие явления *иррадиации*. Одна секунда дуги ($1''$) на поверхности Солнца соответствует $725,3$ км, одна минута ($1'$) — $43\,518$ км

**) Колеблется не более чем на $1,5\%$ в течение длительных периодов времени и на $\pm 0,4\%$ с короткими периодами.

***) В целом около 2 эрг на каждый грамм массы Солнца. Любопытно, что человеческий организм выделяет в 5000 раз больше энергии в пересчете на грамм массы, а 1 г взрывчатого вещества дает 10^{11} эрг!

Видимая звездная величина Солнца в системе $B: -26^m,27 \pm 0^m,02$,
в системе $U: -26^m,23 \pm 0^m,04$
Видимая фотографическая звездная величина Солнца $-26^m,17$
Видимая болометрическая звездная величина Солнца $-26^m,85$
Показатель цвета Солнца $B - V = +0^m,63$
Спектральный класс Солнца G2V
Эффективная температура поверхности Солнца $5807^\circ \text{K} \pm 29^\circ \text{K}$
Модуль расстояния Солнца $m - M = -31^m,57$
Абсолютная фотовизуальная звездная величина $+4^m,96$
Абсолютная фотографическая звездная величина $+5^m,59$
Абсолютная болометрическая звездная величина $+4^m,72$
Скорость движения Солнца относительно окружающих его звезд до $6^m 19,5 \text{ км/сек}$
(по направлению к созвездию Геркулеса) $= 4,2 \text{ а. е. в год } (1,21 D_\odot \text{ в сутки}) =$
 $= 6 \cdot 10^8 \text{ км/год}$
Апекс движения Солнца $\alpha = 270^\circ = 18^h 0^m$, $\delta = +30^\circ$ (стандартный апекс)
Расстояние Солнца от центра Галактики $\sim 10\,000 \text{ пс} \sim 30\,000 \text{ световых лет}$
Расстояние Солнца от галактической плоскости 15 пс к северу
Скорость движения Солнца вокруг центра Галактики $\sim 250 \text{ км/сек}$
Период обращения Солнца вокруг центра Галактики $\sim 200 \text{ млн. лет}$
Средняя продолжительность полного цикла солнечной активности $(22,11 \pm 0,6) \text{ года}$

ТАБЛИЦА 20
Относительное содержание некоторых химических элементов
в атмосфере Солнца

(Число N рассчитано на 10^6 атомов кремния Si. Даны $\lg N$ по
Голдбергу, Мюллеру и Аллеру и по пересмотренным значениям
Аллера [из справочника Ландольта — Бернштейна, 1965])

Элемент	$\lg N$	Элемент	$\lg N$
Водород H	10,50	Кобальт Co	3,20
Гелий He	9,71	Калий K	3,16
Кислород O	7,46	Титан Ti	3,08
Углерод C	7,22	Ванадий V	2,62
Азот N	6,48	Цинк Zn	2,30
Кремний Si	6,00	Медь Cu	2,00
Магний Mg	5,90	Иттрий Y	1,70
Сера S	5,80	Скандий Sc	1,30
Железо Fe	5,14	Галлий Ga	1,25
Хлор Cl	4,75	Стронций Sr	1,20
Кальций Ca	4,54	Цирконий Zr	1,15
Никель Ni	4,45	Барий Ba	1,00
Натрий Na	3,94	Германий Ge	0,99
Фосфор P	3,84	Бериллий Be	0,84
Хром Cr	3,40	Ниобий Nb	0,80
Марганец Mn	3,30	Молибден Mo	0,80
Фтор F	3,20	Иттербий Yb	0,78

ТАБЛИЦА 21
Годовые числа солнечных пятен с 1749 по 1968 г. (по Вальдмайеру)

Год	W	Год	W	Год	W	Год	W	Год	W
1749	80,9	1793	46,9	1837,2M	138,3	1881	54,3	1925	44,3
1750,3M*)	83,4	1794	41,0	1838	103,2	1882	59,7	1926	63,9
1751	47,7	1795	21,3	1839	85,7	1883,9M	63,7	1927	69,0
1752	47,8	1796	16,0	1840	64,6	1884	63,5	1928,4M	77,8
1753	30,7	1797	6,4	1841	36,7	1885	52,2	1929	64,9
1754	12,2	1798,3m	4,1	1842	24,2	1886	25,4	1930	35,7
1755,2m	9,6	1799	6,8	1843,5m	10,7	1887	13,1	1931	21,2
1756	10,2	1800	14,5	1844	15,0	1888	6,8	1932	11,1
1757	32,4	1801	34,0	1845	40,1	1889,6m	6,3	1933,8m	5,7
1758	47,6	1802	45,0	1846	61,5	1890	7,1	1934	8,7
1759	54,0	1803	43,1	1847	98,5	1891	35,6	1935	36,1
1760	62,9	1804,8M	47,5	1848,1M	124,7	1892	73,0	1936	79,7
1761,5M	85,9	1805	42,2	1849	96,3	1893,9M	85,1	1937,4M	114,4
1762	61,2	1806	28,1	1850	66,5	1894	78,0	1938	109,6
1763	45,1	1807	10,1	1851	64,5	1895	64,0	1939	88,8
1764	36,4	1808	8,1	1852	54,1	1896	41,8	1940	67,8
1765	20,9	1809	2,5	1853	39,0	1897	26,2	1941	47,5
1766,5m	11,4	1810,6m	0,0	1854	20,6	1898	26,7	1942	30,6
1767	37,8	1811	1,4	1855	6,7	1899	12,1	1943	16,3
1768	69,8	1812	5,0	1856,0m	4,3	1900	9,5	1944,2m	9,6
1769,7M	106,1	1813	12,2	1857	22,7	1901,7m	2,7	1945	33,2
1770	100,8	1814	13,9	1858	54,8	1902	5,0	1946	92,6
1771	81,6	1815	35,4	1859	95,8	1903	24,4	1947,5M	151,6
1772	66,5	1816,4M	45,8	1860,5M	93,8	1904	42,0	1948	136,3
1773	34,8	1817	41,1	1861	77,2	1905	63,5	1949	134,7
1774	30,6	1818	30,1	1862	59,1	1906	53,8	1950	83,9
1775,5m	7,0	1819	23,9	1863	44,0	1907,1M	62,0	1951	69,4
1776	19,8	1820	15,6	1864	47,0	1908	48,5	1952	31,5
1777	92,5	1821	6,6	1865	30,5	1909	43,9	1953	13,9
1778,4M	154,4	1822	4,0	1866	16,3	1910	18,6	1954,3m	4,4
1779	125,9	1823,3m	1,8	1867,2m	7,3	1911	5,7	1955	38,0
1780	84,8	1824	8,5	1868	37,6	1912	3,6	1956	141,7
1781	68,1	1825	16,6	1869	74,0	1913,6m	1,4	1957,9M	190,2
1782	38,5	1826	36,3	1870,6M	139,0	1914	9,6	1958	184,8
1783	22,8	1827	49,6	1871	112,0	1915	47,4	1959	159,0
1784,7m	10,2	1828	64,2	1872	101,6	1916	57,1	1960	112,3
1785	24,1	1829	67,0	1873	66,2	1917,6M	103,9	1961	53,9
1786	82,9	1830,3M	70,9	1874	44,7	1918	80,6	1962	37,5
1787	132,0	1831	47,8	1875	17,0	1919	63,6	1964,6m	10,2
1788,1M	130,9	1832	27,5	1876	11,3	1920	37,6	1965	20,6
1789	118,1	1833,9m	8,5	1877	12,4	1921	26,1	1966	47,0
1790	89,9	1834	13,2	1878,9m	3,4	1922	14,2	1967	93,8
1791	66,6	1835	56,9	1879	6,0	1923,6m	5,8	1968	105,9
1792	60,0	1836	121,5	1880	32,3	1924	16,7		

*) М — максимум, m — минимум (указана доля года, на которую приходится М или m. Так как W дается среднее за весь год, W за месяцы М или m будут больше или меньше табличных; так, например, 1878,9—2,2, 1957,9 — 201,3)

ТАБЛИЦА 22

Солнечные затмения с 1970 по 1985 г. (J. Mees, 1966)

(Е.Т. — момент по эфемеридному времени, тип: л — полное, к — кольцеобразное, ч — частное, μ — максимальная фаза — часть диаметра диска Солнца, закрывая в середине затмения, $t_{\max}$ — продолжительность максимальной фазы, $d_{км}$ — максимальная ширина полосы видимости полного затмения). На рис. 169, а и б см. расположение полюс полных и кольцеобразных затмений

Дата	Е. Т.	Тип	μ	$t_{\max}$	$d_{км}$	Дата	Е. Т.	Тип	μ	$t_{\max}$	$d_{км}$
1970 7 III	17 ^h 38 ^m 31 ^s	п		3 ^m 28 ^s	154 ¹⁾	1977 12 X	20 ^h 27 ^m 21 ^s	п		2 ^m 37 ^s	200 ⁶⁾
31 VIII	21 55 27	к				1978 7 IV	15 03 45	ч	0,788		
1971 25 II	9 38 02	ч	0,787			2 X	6 28 40	ч	0,691		
22 VII	9 31 54	ч	0,069			1979 26 II	16 55 02	п		2 48	307 ⁷⁾
20 VIII	22 39 30	ч	0,508			22 VIII	17 22 36	к			
1972 16 I	11 03 19	к		2 36	178 ²⁾	1980 16 II	8 53 59	п		4 08	149 ⁸⁾
10 VII	19 46 35	п				16 VIII	19 12 21	к			
1973 4 I	15 46 19	к		7 04	256 ³⁾	1981 4 II	22 09 21	к		2 03	108 ⁹⁾
30 VI	11 38 39	п				31 VII	3 46 38	п			
24 XII	15 02 41	к		5 08	345 ⁴⁾	1982 25 I	4 42 52	ч	0,566		
1974 20 VI	4 47 59	п				21 VI	12 04 31	ч	0,617		
13 XII	16 13 11	ч	0,827			20 VII	18 44 42	ч	0,464		
1975 11 V	7 17 28	ч	0,864			15 XII	9 32 06	ч	0,735		200 ¹⁰⁾
3 XI	13 15 43	ч	0,959			1983 11 VI	4 43 32	п		5 11	
1976 29 IV	10 24 17	к		4 46	200 ⁵⁾	4 XII	12 31 11	к			
23 X	5 13 42	п				1984 30 V	16 45 40	кп		1 59	85 ¹¹⁾
1977 18 IV	10 31 30	к				1984 22 XI	22 54 16	п			

Где будет видно:

- 1) Тихий океан, Мексика, Флорида, Атлантический океан; 2) Сахалин, Камчатка, Северная Канада, Лабрадор; 3) Венесуэла, Сахара, Сомали, Индийский океан; 4) Южная часть Индийского океана, Северо-Западная Австралия; 5) Африка, Австралия, Тихий океан; 6) Тихий океан, Венесуэла; 7) Тихий океан, Канада, Гренландия; 8) Атлантический океан, Конго, Индия, Китай; 9) Северный Кавказ, Сибирь, Тихий океан; 10) Индийский океан, Ява, Новая Гвинея; 11) Новая Гвинея, Тихий океан.

ТАБЛИЦА 23

Элементы орбит планет Солнечной системы

Планеты	Среднее расстояние от Солнца		Сидерический период обращения		Средн. скор. орб. движ., км/сек	Средн. синод. период в сутках	Средн. угл. движ., °/сутки
	в а. е.	в млн км	в тропич. годах	в годах и средн. сутках			
Меркурий	0,387098	57,91	0,24085	87 ^d ,970	47,9	115 ^d ,88	4°,0923
Венера	0,723331	108,21	0,61521	224,701	35,0	583,92	1,6021
Земля	1,00000	149,60	1,00004	1 ^a 0,006	29,8	—	0,9856
Марс	1,52369	227,94	1,88089	1 321,730	24,1	779,94	0,5240
Юпитер	5,20370	778,3	11,86223	11 314,84	13,1	398,88	0,0831
Сатурн	9,58034	1429,3	29,45772	29 166,98	9,6	378,09	0,0335
Уран	19,14103	2875,0	84,01529	84 007,45	6,8	369,66	0,0117
Нептун	30,19825	4504,4	164,78829	164 280,30	5,4	367,48	0,0060
Плутон	39,750	5946,5	247,6968	247 255,1	4,7	366,72	0,0040

Планеты	Период вращ. вокруг оси, P	Эксц. 1970,0, e	Наклон, 1970,0, i	Долг. восх. узла, 1970,0, Ω	Годичн. измен. $\Delta\Omega$	Долг. перигелия 1970,0, π	Годичн. измен. $\Delta\pi$	Средняя долгот. в нач. эпоху 1970,0
Меркурий	58 ^d ,6 $\pm$ 0 ^d ,5	0,20563	7°,004	47°,976	+0',71	76°,989	+0',93	47°,983
Венера	243 ^d ,16*)	0,00679	3,394	76,410	+0,54	131,149	+0,84	265,414
Земля	23 ^h 56 ^m 04 ^s	0,01672	—	—	—	102,424	+1,03	99,742
Марс	24 37 23	0,09338	1,850	49,326	+0,46	335,507	+1,10	12,675
Юпитер	9 50,5 **)	0,04845	1,306	100,145	+0,61	13,839	+0,97	203,420
Сатурн	10 14,5 **)	0,05565	2,491	113,395	+0,52	92,460	+1,18	43,006
Уран	10 42*)	0,04724	0,773	73,847	+0,30	170,174	+0,96	184,290
Нептун	15 48	0,00858	1,774	131,450	+0,66	44,362	+0,48	238,924
Плутон	6 19,3 ***)	0,25344	17,140	109,909	+0,72	223,086	+0,84	195,258

*) Вращение в обратную сторону.

**) Для экваториальной зоны. В высоких широтах P увеличивается до 9^h56^m у Юпитера и до 10^h38^m у Сатурна.

***) По колебаниям блеска.

Физические характеристики

Планеты	Среднее расст. от ☉ 1) а е 2) млн км	Период вращения вокруг оси	Масса (без спутников)			Средний радиус	
			☉=1 обратн велич	⊕=1	<i>g</i>	⊕=1	км
Меркурий	0,38710 57,91	 58,6 земных суток	6025000 ± ±53000	0,05526 ± ±0,00048	3,304 · 10 ²⁶	0,3825	2437 ± 5
Венера	0,72333 108,21	(обратное вращение) 243,16 суток (земных)	408523,1 ± ±0,2	0,81503 ± ±0,000002	4,872 · 10 ²⁷	0,9496	6050 ± 5
Земля	1 149,60	23 ^h 56 ^m 04 ^s	332958 ± ±20	1	5,978 · 10 ²⁷	1	6371,03
Марс	1,52369 227,94	24 ^h 37 ^m 23 ^s	3098900 ± ±760	0,10744 ± ±0,00003	6,423 · 10 ²⁶	0,532	3394 экв. 3388 ср.
Юпитер	5,20280 778,3	9 ^h 50 ^m	1047,58 ± ±0,04	317,84	1,900 · 10 ³⁰	11,19 экв. 10,94 ср. 10,45 пол.	71270 ± ±100 экв. 69720 ± ±100 ср. 66600 ± ±100 пол.
Сатурн	9,55447 1429,3	10 ^h 14 ^m	3498,7 ± ±0,2	95,166	5,689 · 10 ²⁹	9,40 экв. 9,09 ср. 8,48 пол.	59900 ± 150 экв. 57900 ± 200 ср. 54000 ± 200 пол.
Уран	19,21814 2875,03	10 ^h 42 ^m	22825 ± ±150	14,59	8,72 · 10 ²⁸	3,92 экв. 3,85 ср	25000 ± 200 экв. 24540 ± 200 ср.
Нептун	30,10957 4504,4	15 ^h 48 ^m	19300 ± ±100	17,25	1,03 · 10 ²⁹	3,92 ₄	25000 ± 300 ср.
Плутон	39,4387 5900	6 ^d 19 ^h 17 ^m	1600000 ÷ ÷400000	0,03 ÷ ÷0,2	1,8 · 10 ²⁶ — —1,2 · 10 ²⁷	<0,34	2200 ± 500

*) Без учета центробежной силы. На Юпитере сила тяжести уменьшается на 9% на эк

Л И Ц А 24
планет Солнечной системы

Объем ⊕=1	Средняя плотность		Сплюснутость	Наклон экватора к орбите	Ускорение силы тяжести на поверхности*) ⊕=1	Критическая скорость на поверхности км/сек	Температура в подсолнечной точке, °С		Альбедо
	г/см³	⊕=1					твердая поверхность	верхний слой облаков	
0,056	5,45 ± ±0,05	0,99	0,00	(0°)	0,38	4,3	+337°		0,10
0,86	5,25	0,95	1:30000	86° (266°)	0,90	10,4	+400—+500°	—39°	0,76
1	5,518	1	1:298,25= =0,003353	23°27'	1,00	11,2	+14° (ср годовая)		0,39
0,15	3,943	0,71	1:191,1= =0,00523	24°48'	0,38	5,0	+30 ° (макс.) —70° (восход на экваторе)		0,15
1310	1,34 ± ±0,01	0,24	1:15,3= =0,0654	3°7	2,66	60,4		—143°	0,45
750	0,700 ± ±0,008	0,13	1:10,2= =0,098	26°45'	1,15	36,2		—145°	0,50
57	1,41 ±	0,26	1:18= =0,056	98°,0	0,98	21,8		—170°	0,66
60	1,58	0,29	1.60= =0,017	29°	1,12	23,5		(—210°)	0,62
0,04	?	?	?	?	?	?	?	(—220°)	0,16?

ваторе Сатурна — на 16%

Условия солнечного облучения и освещенности на разных планетах

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца		Угловой радиус солнечного диска (сек)	Облучение Солнцем			звездная величина Солнца
	миллионы, км	астроном. единиц		относительное (Земля = 1)	тепловое (солнечная постоянная) (кал·см ² ·мин)	световое (тысячи люксов)	
Меркурий	58	0,387	2480	6,68	12,7	901	—28,8
Венера	108	0,723	1327	1,91	3,64	258	—27,4
Земля	149	1,000	960	1,00	1,90	135	—26,7
Марс	228	1,524	630	0,431	0,81	58,2	—25,8
Юпитер	778	5,203	184	0,0370	0,0702	4,99	—23,1
Сатурн	1429	9,554	101	0,0110	0,0208	1,48	—21,8
Уран	2875	19,218	50	0,0027	0,0052	0,366	—20,3
Нептун	4504	30,110	32	0,0011	0,0021	0,149	—19,3
Плутон	5900	39,44	24	0,0006	0,0012	0,087	—18,7

ТАБЛИЦА 26
Физические характеристики спутников планет

Планета	Спутник	Масса		e	Диаметр		Средняя плотность, г/см ³	Ускорение на поверхности, $\frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$	Критическая скорость на поверхности, км/сек	Альбедо
		планеты=1	C=1		км	$\oplus=1$				
Земля Марс	Луна Фобос	0,012300 2,2·10 ⁻⁸ *)	1 1,9·10 ⁻⁷	7,353·10 ²⁵ 1,4·10 ¹⁹	3474±1 22,5 наиб. 17,5 наим.	0,2726 ⁴ 0,0016	3,350 3,0**	0,165 1·10 ⁻³	2,38 0,01	0,05--0,18 0,065
Юпитер	Деймос *) V Амальтея *) I Ио II Европа III Ганимед IV Каллисто VI *) VII *) X *) XII **) XI *) VIII *) IX *)	6·10 ⁻¹⁰ 2,2·10 ⁻⁹ (3,58±0,38)·10 ⁻⁶ (2,47±0,05)·10 ⁻⁵ (8,10±0,05)·10 ⁻⁵ (4,59±0,18)·10 ⁻⁵ 8,5·10 ⁻¹⁰ 3,5·10 ⁻¹¹ 1·10 ⁻¹² 7·10 ⁻¹³ 2·10 ⁻¹² 7·10 ⁻¹³ 1,5·10 ⁻¹²	0,5·10 ⁻⁸ 6·10 ⁻⁵ 0,95 0,64 2,09 1,18 2·10 ⁻⁵ 9·10 ⁻⁷ 3·10 ⁻⁸ 2·10 ⁻⁸ 5·10 ⁻⁸ 2·10 ⁻⁸ 4·10 ⁻⁸	4·10 ¹⁷ 4,2·10 ²¹ 7·10 ²⁵ 4,7·10 ²⁵ 15,4·10 ²⁵ 8,7·10 ²⁵ 1,6·10 ²¹ 6,6·10 ¹⁸ 1,9·10 ¹⁸ 1,3·10 ¹⁸ 3,8·10 ¹⁸ 1,3·10 ¹⁸ 2,8·10 ¹⁸	160 3470±50 3100±60 5000±75 4700±75 120 40 12 11 15 11 14	0,0005 0,012 0,272 0,242 0,392 0,370 0,0094 0,0039 0,0009 0,0009 0,0012 0,0009 0,0011	3,0** 2** 3,19±0,36 3,03±0,2 2,35±0,1 1,6±0,1 2** 2** 2** 2** 2** 2** 2**	0,158 0,134 0,167 0,106	2,34 2,03 2,92 2,24	0,54 0,73 0,34 0,15
Сатурн	I Мимас II Энцелад III Тефия IV Диона V Рея	(6,64±0,1)·10 ⁻⁸ (1,48±0,5)·10 ⁻⁷ (1,12±0,02)·10 ⁻⁶ (1,94±0,05)·10 ⁻⁶ (0,4±3,8)·10 ⁻⁶	5,14·10 ⁻⁴ 1,14·10 ⁻³ 8,65·10 ⁻³ 0,015 (3,1±29,4)× ×10 ⁻²	3,77·10 ²² 8,4·10 ²² 6,35·10 ²³ 1,10·10 ²⁴ (2,3±21,6)× ×10 ²³	500±50 570±30 900±50 850±20 1400±75	0,039 0,045 0,071 0,067 0,110	0,6±0,2 0,87±0,3 1,66±0,3 3,43±0,26	0,004 0,007 0,021 0,041	0,14 0,20 0,44 0,59	0,7 0,7 0,77 0,66 0,30
Уран	VI Титан VII Гиперион VIII Япет IX Феба X Янус V Миранда I Ариэль II Умбриэль III Титания IV Оберон I Тритон II Нереида	(2,438±0,010)·10 ⁻⁴ 8·10 ⁻⁸ (3,2±0,7)·10 ⁻⁶ 5·10 ⁻⁸ 2,8·10 ⁻⁸ 1,5·10 ⁻⁶ 28·10 ⁻¹¹ 8·10 ⁻¹¹ 5·10 ⁻⁶ 38·10 ⁻⁶ (1,3±0,2)·10 ⁻³ 3,3·10 ⁻⁷	1,89 6·10 ⁻⁴ 0,025 4·10 ⁻⁴ 2·10 ⁻⁴ 0,002 0,03 0,009 0,06 0,04 1,9 4,7·10 ⁻¹	1,385·10 ²⁶ 4,5·10 ²² 1,82·10 ²⁴ 3·10 ²² 1,6·10 ²² 1,3·10 ²³ 2,4·10 ²⁴ 7·10 ²³ 4,3·10 ²⁴ 3,3·10 ²⁴ 1,4·10 ²⁶ 3,4·10 ²²	4850±50 350 1330 300 350 500 1330 880 1600 1460 4000 300	0,381 0,028 0,104 0,024 0,06 0,04 0,1 0,07 0,12 0,11 0,3 0,02	2,32±0,07 2** 1,5 2** 0,7 2** 2** 2** 2** 2** 4,1 2,4	0,160 0,008 0,028	2,79 2,79 0,61	0,24 0,24 0,15 пер.
Нептун	I Тритон II Нереида	(1,3±0,2)·10 ⁻³ 3,3·10 ⁻⁷	1,9 4,7·10 ⁻¹	1,4·10 ²⁶ 3,4·10 ²²	4000 300	0,3 0,02	4,1 2,4	0,26 0,01	3,2 0,2	0,32

*) Масса вычислена из принятой средней плотности.
 **) Эти значения средних плотностей были приняты для вычисления масс.
 Примечания к табл. 24 и 26. Пересмотренные основные данные этих таблиц любезно предоставлены С. В. Козловской до их публикации. f принято равным 6,668·10⁻⁸ г·с.м³·сек⁻².

Т А Б
Элементы спут

Планета	Спутник	Кто и когда открыл	m_V в среднюю оппозицию	Угловое рассто- яние в средн споз	Средн рассто- яние от пла- неты		
					в экв. ра- диусах планеты	в тыс км	
Земля	Луна	—	$-12^m,5$	—	60,27	384,4	
Марс	I Фобос	А. Холл, 1877	$+11,6$	0 25	2,76	9,4	
	II Деймос		12,8	1 02	6,92	23,5	
Юпитер	V Амальтея	Барнард, 1892	$+13,0$	0 59	2,54	181,3	
	I Ио	Галилей, 1610	4,8	2 18	5,90	421,6	
	II Европа		5,2	3 40	9,40	670,9	
	III Ганимед		4,5	5 51	15,00	1070	
	IV Каллисто		5,5	10 18	26,36	1882	
	VI (Атлас) ¹⁾	Перрэн, 1904	14,7	62 40	160,73	1140	
	X (Прометей)	Никольсон, 1938	19	63 36	164,1	11710	
	VII (Геракл)	Перрэн, 1905	18	64 13	164,33	1170	
	XII *) (Гефест)	Никольсон, 1951	18	114 00	296,9	20700	
	XI *) (Дедал)		1938	19	123 24	315,9	22350
	VIII *) (Прозерпина)	Меллот, 1908	16,2	128 35	328	23300	
	IX *) (Цербер)	Никольсон, 1914	17,7	128 58	332,2	23700	
Сатурн	I Мимас	В. Гершель, 1789	$+12,1$	0 30	3,07	185,4	
	II Энцелад		11,8	0 38	3,94	237,9	
	III Тефия ²⁾	Ж. Кассини, 1684	10,3	0 48	4,88	294,8	
	IV Диона		1681	10,4	1 01	6,24	377,7
	V Рея		1672	9,8	1 25	8,71	526,7
	VI Титан	Гюйгенс, 1655	8,4	3 17	20,22	1221	
	VII Гиперион	Д. Бонд, 1848	14,2	3 59	24,49	1484	
	VIII Япет	Ж. Кассини, 1671	10—12	9 35	58,91	3563	
	IX Феба *)	В. Пикеринг, 1898	14	34 41	214,4	12961	
	X Янус	О. Дольфус, 1966	14,0	0 25		157,5	
	Кольцо	Гюйгенс, 1659	—	—	1,50— 2,25	90—138	
Уран	V Миранда **)	Кейпер, 1948	$+17$	0 10	5,11	130,4	
	I Ариэль **)	Лассель, 1851	14	0 14	7,52	191,9	
	II Умбриэль **)		15	0 20	10,48	267,3	
	III Итания **)	В. Гершель, 1787	14	0 33	17,21	439,2	
	IV Оберон **)		14	0 44	23,01	587,0	
Нептун	I Тритон *)	Лассель, 1846	$+14$	0 17	13,33	353,4	
	II Нереида	Кейпер, 1949	$+19$	4 24	209,8	5570	

*) Движение обратное.

**) Движение обратное, совпадающее с направлением вращения Урана.

¹⁾ Удачные названия в скобках предложены Э И Нестеровичем (Бюлл ВАГО 31 (38),

²⁾ Называется иногда Фетидой

Спутник	Сидерический период обращения	Синодический период обращения	Эксцентриситет	Наклон к экватору планеты
Луна	27 ^d 32166	29 ^d 12 ^h 44 ^m 03 ^s	0,0549	18°,—28°,6
I Фобос	0,31891	7 39 27	0,019	1,1
II Деймос	1,26244	1 6 21 16	0,0031	0°,9—2°,7
V Амальтея	0,49818	11 57 28	0,0028	0°,4
I Ио	0,76914	1 18 28 36	0,0000	0,0
II Европа	3,55118	3 13 17 54	0,0003	0,0
III Ганимед	7,15455	7 03 59 36	0,0015	0,0
IV Каллисто	16,68902	16 18 05 07	0,0075	0,0
VI (Атлас)	250,621559	260 00	0,1580	27°,6
X (Прометей)	260,0	276	0,13	28,8
VII (Геракл)	259,646	276 10	0,2073	24°,8
XII (Гефест)	631,0	546	0,17	146,7
XI (Дедал)	692,5	599	0,21	163,4
VIII (Прозерпина)	743,7	635	0,41	149,1
IX (Цербер)	740,6	626	0,32	153,9
I Мимас	0,94242	22 37 12	0,0201	1,5
II Энцелад	1,37022	1 08 53 22	0,0044	0,0
III Тефия	1,88780	1 21 18 55	0,0000	1,1
IV Диона	2,73692	2 17 42 10	0,0020	0,0
V Рея	4,51750	4 12 27 56	0,0010	0,3
VI Титан	15,94545	15 23 15 25	0,0289	0,3
VII Гиперион	21,27666	21 07 39 06	0,104	0,6
VIII Япет	79,33082	79 22 04 56	0,0284	14
IX Феба	550,45	536 16	0,1659	30
X Янус	17,98		0,0	0,0
Кольцо	4 ^h —14 ^h	—	—	0,0
V Миранда	1,414	—	—	
I Ариэль	2,52038	2 12 29 40	0,007	0
II Умбриэль	4,14418	4 03 28 35	0,008	0
III Титания	8,70588	8 17 00 00	0,0023	0
IV Оберон	13,46326	13 11 15 36	0,0010	0
I Тритон	5,87683	5 21 03 27	0,0000	20 *)
II Нереида	359,9	—	0,75	5,0

Т А Б

Кометы, возвращение которых к Солнцу наблю

№№ п/п	Кто открыл	Обознач. посл. появл.	Год откр.	N	Дата последн. прохожд. п	U. T.	P	e
1	Энке—О. Баклунд ²⁾	1964 IV	1786	47	1964 июнь	03,46	3,302	0,847
2	Григг—Шьеллеруп	1966 f	1902 II	11	1967 янв.	16	4,908	0,703
3	М. Хонда—А. Мркос— Л. Пайдушакова	1964 V	1948 XII	3	1964 июнь	06,54	5,210	0,815
4	Темплъ 2	1962 VI	1873 II	13	1962 май	12,24	5,259	0,549
5	Г. Н. Неуймин 2	1927 I	1916 II	2	1927 янв.	16,23	5,430	0,567
6	Брорзен 1	1879 I	1946 III	5	1879 март	31,03	5,463	0,810
7	Тутль—Джакобини— Кресак	1962 V	1858 III	4	1962 апр.	23,91	5,49	0,639
8	Темплъ 3—Л. Свифт	1908 II	1869 III	4	1908 окт.	01,38	5,681	0,638
9	Темплъ 1	1879 III	1867	3	1879 май	07,62	5,982	0,463
10	Понс—Виннеке	1964 I	1819 III	16	1964 март	24,46	6,296	0,653
11	Ф. де Вико—Э. Свифта	1965 VII	1678	4	1965 авг.	19,81	6,32	0,524
12	Копф	1964 III	1906 IV	9	1964 май	18,35	6,319	0,555
13	Джакобини—Э. Циннер	1965 g	1900 III	8	1959 окт.	26,90	6,416	0,729
14	Форбс	1961 VI	1929 II	4	1961 июнь	24,76	6,42	0,553
15	Вольф 2—Хэррингтон 1	1965 III	1924 IV	4	1965 февр.	15,36	6,511	0,538
16	Швассман—Вахман 2	1961 VII	1929 I	6	1961 сент	05,47	6,532	0,383
17	Биелы ³⁾	1852 III	1772	6	1852 сент.	24,23	6,621	0,756
18	Виртанен	1961 IV	1947 XIII	3	1961 апр.	15,30	6,669	0,543
19	Дарре	1963 VII	1851 II	11	1963 окт	15,36	6,673	0,614
20	Ч. Перрайн 1—А. Мркос	1962 I	1896 VII	4	1962 февр	11,25	6,71	0,643
21	Рейнмут 2	1960 IX	1947 VII	3	1960 нояб	24,85	6,711	0,457
22	Брукс 2	1960 VI	1889 V	10	1960 июнь	17,31	6,720	0,505
23	Р. Хэррингтон 2	1960 VII	1953 VI	2	1960 июнь	29,08	6,806	0,559
24	С. Аренд—Риго	1964 V	1950 VII	3	1964 июнь	05,75	6,813	0,600
25	Джонсон	1963 IV	1949 II	3	1963 июнь	08,44	6,88	0,375
26	Финлей	1960 VIII	1886 VII	7	1960 сент.	01,10	6,912	0,703
27	Борелли (1905 II)	1930 V	1904	7	1960 июнь	12,56	7,021	0,604
28	Даниэль	1964 II	1909 IV	4	1964 апр	21,72	7,094	0,550
29	Р. Хэррингтон—Эйбелл (1954 XIII)	1962 II	1955	2	1962 февр.	25,06	7,221	0,522
30	Холмс	1964 X	1892 III	4	1964 нояб.	16,06	7,35	0,379
31	Файе	1962 VII	1843 III	15	1962 май	14,73	7,38	0,576
32	Ф. Уиппл	1963 II	1933 IV	5	1963 апр.	29,03	7,462	0,353
33	Д. Ашбрук—Джексон	1963 VI	1948 IX	3	1963 окт.	02,3	7,508	0,394
34	Рейнмут 1	1965 V	1928 I	5	1965 авг.	08,00	7,60	0,478
35	С. Аренд	1959 V	1951 X	2	1959 сент.	01,17	7,792	0,534
36	Отерма 3 (1942 VII)	1958 IV	1943	3	1958 июнь	10,50	7,880	0,143
37	Шомасс	1960 III	1911 VII	6	1960 апр.	17,44	8,179	0,705
38	Вольф1—М. Каменский ⁴⁾	1959 II	1884 III	10	1959 март	21,92	8,430	0,395
39	Комас—Сола (1927 III)	1961 III	1926	5	1961 апр.	04,49	8,586	0,578
40	Вайсала 1	1960 IV	1939 IV	3	1960 май	10,85	10,457	0,636
41	Г. Н. Неуймин 3	1951 V	1929 III	2	1951 май	26,90	10,950	0,588
42	Гейл	1938 I	1927 VI	2	1938 июнь	18,47	10,992	0,761
43	Г. Тутль	1939 X	1790 II	8	1939 нояб.	10,78	13,606	0,821
44	Ван—Бисбрук	1965 d	1954 IV	2	1966 июль	17,26	14,135	0,789
45	Швассман—Вахман 1	1957 IV	1925 II	3	1957 май	12,89	16,100	0,132
46	Г. Н. Неуймин 1	1966 a	1913 III	4	1966 дек.	10,06	17,93	0,775
47	Кроммелин ⁵⁾ [1457?, 1625?]	1956 VI	1818 I	6	1956 окт.	25,2	27,873	0,919
48	Темплъ—Тутль [1366]	1965 IV	1866 I	3	1965 апр.	30,28	32,91	0,905
49	Стефан—Отерма	1942 IX	1867	2	1942 дек.	19,20	38,96	0,861
50	Вестфаль	1913 VI	1852 IV	2	1913 нояб.	26,77	61,730	0,920
51	Брорзен 2—Меткоф	1919 III	1847 V	2	1919 окт.	17,38	69,060	0,971
52	Ольберс	1956 IV	1815	3	1956 июнь	15,87	69,57	0,931
53	Понс—Брукс	1954 VI	1812	3	1954 май	22,89	70,857	0,955
54	Э. Галлей	1910 II	—466	30	1910 апр.	20,18	76,029	0,967
55	Ф. де Вико—Бонд— Шьеллеруп	1927 IX	1846 IV	2	1927 дек.	18,18	(81,8)	0,96
56	К. Гершель—Риголле	1939 VI	1788	2	1939 авг.	09,46	156,04	0,974
57	Григг—Меллиш	1907 II	1742	2	1907 март	27,69	164,317	0,969

¹⁾ $H_{10} = m - 10 \lg r - 5 \lg \Delta$ — абсолютная величина кометы; соответствует показателю n (в стояние кометы от Земли, r — расстояние кометы от Солнца), равному 4, как наиболее ве

²⁾ О. А. Баклунду принадлежит разработка теории движения этой кометы.

³⁾ В 1846 г. распалась на две; последний раз наблюдалась в 1852 г., после этого она

⁴⁾ М. Каменскому (Польша) принадлежит разработка теории движения этой кометы

⁵⁾ Кроммелин определил окончательную орбиту кометы, впервые открытой Ж. Понсом в

⁶⁾ Резкие колебания блеска.

№ № п/п	q	ω	Ω	i	$\overline{H}_{10}^{1)}$	Источник
					$m \quad m$	
1	0,339	185°,91	334°,24	11°,98	14,1±0,7	С. Г. Маковер, IAU Circ № 1737
2	0,86	356,3	215,4	17,6	14,9±0,7	C. Dinwoodie, BAA Handb. 1962, 56
3	0,556	184,13	233,13	13,20	15,5±0,4	C. Christison, E. Delo, BAA Hbk, 1964
4	1,364	191,03	119,27	12,48	12,6±0,4	B. Marsden, BAA Hbk, 1961
5	1,338	193,73	328,00	10,63	11	Г. Н. Неймин, Бюлл. Пулк. обс., № 141, 1943
6	0,590	14,94	102,28	29,38	9	E. Lamp, Publ. Kiel obs. 7, 56, 1880
7	1,123	37,97	165,59	13,77	13,9±0,4	E. Maubant, AN 178, 350
8	1,153	113,64	290,92	5,44	13	E. Maubant, AN 179, 79, 1910
9	1,771	159,55	79,70	9,77	10	R. Gautier, Mém. Genève, XXIX, №12
10	1,230	170,40	94,35	21,69	13,8±0,7	
11	1,636	325,30	24,49	3,60	14,7±0,4	J. Schubart, IAU Circ., № 1911
12	1,520	161,94	120,89	4,41	10,2±0,4	P. Egerton et al., BAA Hbk, 1963
13	0,936	172,84	196,03	30,91	10,3±0,2	C. Dinwoodie, Q. JRAS 1, pt. 2
14	1,545	259,72	25,40	4,62	13,6±0,4	B. Marsden, IAU Circ., № 1759
15	1,614	187,02	254,22	18,46	13,5±0,4	G. Lea, S. W. Milbourn, BAA Hbk, 1964
16	2,157	357,74	126,01	3,72	10,6±0,4	H. Rasmussen, BAA Hbk, 1961, 58
17	0,861	223,22	247,28	12,55	8	J. Hubbard, AJ 6, 140
18	1,618	343,50	86,47	13,39	7,51±0,2	P. Herget, AJ 65, 385 и посл. испр.
19	1,369	174,51	143,60	18,08	12,0±0,7	G. Lea, S. W. Milbourn, BAA Hbk, 1963
20	1,268	165,95	240,28	17,74	15,5±0,4	H. Hirose, IAU Circ., № 1787
21	1,933	45,49	296,18	6,99	14,2±0,7	E. Rabe, Cat. Porter
22	1,763	197,10	176,89	5,57	14,4±0,7	A. Д. Дубяго, BAA Hbk. 1959
23	1,583	232,76	119,21	8,69	16,3±0,7	B. Marsden, Cat. Porter
24	1,437	328,86	121,61	17,85	12,5±0,7	C. Christison, E. Gibbons, BAA Hbb, 1961
25	2,248	205,93	118,16	13,87	11 ±0,7	W. Julian, B. Wheel, IAU Circ., № 1819
26	1,077	321,61	42,06	3,65	12,3 ⁶)±0,7	M. Candy, IAU Circ., № 1741
27	1,452	350,75	76,23	31,09	10,7 ⁶)±0,7	M. Summer, M. Candy, BAA Hbk, 1959
28	1,661	10,97	68,52	20,14	16 ±0,7	J. Porter, Mem. BAA 39, 3, 1961
29	1,785	338,22	145,96	16,82	15,4±0,2	I. Hasegawa IAU Circ., № 1765
30	2,347	21,84	329,55	19,51	13,5±0,7	B. Marsden, IAU Circ., № 1858
31	1,61	203,56	199,12	9,09	12,7±0,7	Ф. Б. Ханина, IAU Circ., № 1756; АЦ, № 211
32	2,471	189,98	188,39	10,24	6,4±0,2	C. Dinwoodie, B. Marsden, IAU Circ, № 1797
33	2,315	349,08	2,30	12,49	6,8±0,7	W. Beart, BAAJ, 319, 1955
34	1,983	9,39	121,15	8,30	13,0±0,7	M. Summer, BAA Hbk, 1958
35	1,832	44,54	357,62	21,65	14,1±0,7	W. Calway, BAA Hbk, 1958
36	3,39	354,84	155,13	3,99	9,6±0,4	L. Oterma, Turku Inf., 17; сильн. измен.эл-ов
37	1,195	51,8	86,4	12,0	11 ⁶)±0,4	M. Summer, BAA Hbk, 1959
38	2,507	161,08	203,90	27,30	13,7±0,7	M. Kamienski, Acta Astr. 7 (1), 6.
39	1,777	40,02	62,84	13,44	11,1±0,4	H. Rasmussen, J. Vinter—Hansen, Cat. Porter
40	1,74	44,2	135,5	11,3	13,8±0,4	L. Oterma, Cat. Porter
41	2,032	144,81	156,20	3,76	12	P. Egerton, W. Julian, IAU Circ., № 1799
42	1,183	209,12	67,25	11,73	11	C. Dinwoodie, BAA Hbk, 1960, 59
43	1,022	206,96	269,84	54,65	11	A. Crommelin, BAA Hbk, 1939
44	2,409	134,23	148,83	6,60	11,5±0,7	S. W. Milbourn, G. Lea, BAA Hbk. 1965
45	5,538	356,22	322,00	9,52	0—6 ⁶)±0,2	P. Herget, B. Marsden, Cat. Porter
46	1,543	346,81	347,19	15,02	8	B. Marsden, IAU Circ., № 1945
47	0,743	196,05	250,37	28,87	10,6±0,4	M. Candy, J. Porter, BAA Hbk, 1956
48	0,982	172,57	234,43	162,71	13,5±0,7	Th. Oppolzer, AN 68, 249, 1866
49	1,596	358,36	78,59	17,89	7	A. Д. Дубяго, АЦ, № 17, 1943
50	1,254	57,06	347,31	40,87	8	М. А. Вильев, AN 199, 11, 1914 (1913)
51	0,485	129,51	311,18	19,20	9	P. Duckert, AN 215, 201, 1922 (1925)
52	1,178	64,64	85,42	44,61	5,5	H. Rasmussen, Publ. Kobenhavn, 147
53	0,774	199,04	255,03	74,10	12 ⁶)±0,7	P. Musen, НАС, № 1249; IAU Circ., № 1429,
54	0,587	111,72	57,84	162,21	5	1953 E. Seagrave, AJ 28, 71
55	0,176	47,19	77,55	85,11	7	A. Crommelin, MN 88, 596
56	0,748	29,30	355,28	64,20	8	A. Maxwell, K. Kaster, AJ 49, 56, 1939
57	0,923	328,42	189,83	109,84	10	E. Weiss, Denk Wiener Akad. 84, 12

выражении закона изменения интегрального блеска головы кометы $I = I_0 / \Delta^{2r^n}$, где Δ — рас-
стоянию среднему значению (С. К. Всехсвятский, Trans. IAU XIV, 1962).

распалась и дала начало метеорному потоку Андромедид (обильные дожди в 1872 и 1884 гг.)

1818 г. (иначе кометы Понса — Коджа, Виннеке — Форбса)

ТАБЛИЦА 29

Кометы (с периодами меньше 200 лет), возвращение которых к Солнцу не наблюдалось (исключены те, которые не наблюдались в трех или более возвращениях к Солнцу). Эпоха элементов ω , Ω , i 1950,0

№№ п/п	Кто открыл	Обозна- чение	Прохожд. π		P	e	a	ω	Ω	i	H_{10}	Источник
1	Хэррингтон — Вилсон	1951 IX	1951 окт.	30,37	$6,38$	0,516	1,665	$343^{\circ}.0$	$127^{\circ}.9$	$16^{\circ}.4$	$11,6 \pm 0,4$	L. Cunningham, IAU Circ. № 1349 Ан. 11, 14. 1932
2	Чурюмов—Гера- сименко	1969 h	1969 сент.	11,0	6,55	0,633	1,285	11,19	50,35	7,145		Circ IAU № 2187 1970
3	Цзыцзиньшань 2	1965 c	1965 февр.	09,72	6,9	0,507	1,760	203,3	287,6	6,67	$11,6 \pm 0,4$	по С. К. Всехсвятскому. АЖ 43, № 6
4	Цзыцзиньшань 1	1965 b	1965 янв.	28,66	6,75	0,578	1,480	22,6	96,2	10,59	$13 \pm 0,2$	по С. К. Всехсвятскому. АЖ 43, № 6
5	П. Ф. Шайн — Шалдах	1949 VI	1949 нояб.	26,73	7,28	0,405	2,234	215,3	167,4	6,2	8	А. Д. Дубяго. АЦ, № 93, 1949
6	Кирнс — Кви	1963 VIII	1963 дек	06,95	8,95	0,487	2,213	131,2	315,4	8,99	$8,6 \pm 0,7$	B. Marsden IAU. Circ., № 1857
7	Слотер — Бернхэм	1958 VI	1958 авг	04,53	11,64	0,504	2,545	44,4	346,2	8,24	12	E. Roemer, IAU Circ., № 1682, 1959
8	Вилд	1960 :	1960 март	17,38	13,19	0,655	1,927	166,7	359,0	19,69	13	B. Marsden IAU Circ., № 1740, 1960
9	дю Туа 1	1944 III	1944 июнь	17,49	14,79	0,788	1,277	257,0	22,5	18,75	12	J. Bobone, Cordoba Contr., № 1,5
10	Понс — Гамбарт	1827 II	1827 июнь	07,69	$63,83$ ¹⁾	0,949	0,807	19,3	319,4	136,45	7	S. Ogura, Tokyo. Ann. 5, t. 3, 1917
11	Росс	1883	1883 дек.	25,61	64,63	0,981	0,309	137,6	265,2	114,70	7	E. Moravi, AN 184, 129
12	А. Д. Дубяго	1921 :	1921 май	05,35	67,01	0,932	1,116	97,4	66,5	22,34	11	H. Hirose Obs. 59, 261, 1936
13	Вайсала 2	1942 II	1942 февр	15,82	85,52	0,934	1,287	335,2	171,6	38,01	13	Y. Väisälä, IAU Circ., № 910
14	Свифт — Тутль	1862 III	1862 авг.	23,41	$119,64$ ²⁾	0,960	0,963	152,8	138,7	113,56	4	F. Hayn, AN 123, 112, 1889
15	Барнард 2	1889 III	1889 июнь	21,24	$128,31$ ³⁾	0,957	1,102	60,1	271,8	31,21	9	A. Berberich AN 123, 77, 1889
16	Меллиш	1917 I	1917 апр	11,18	$145,34$ ⁴⁾	0,993	0,190	121,3	88,0	32,68	7	S. Askböl, Ark. Mat. Stockh. 23

1) $\pm 10^{\circ}$. 2) $\pm 2^{\circ}.3$. 3) $\pm 10^{\circ}$. 4) $\pm 0^{\circ}.88$.

Элементы некоторых малых планет

№ планеты	Название	m в бли- ком и далеком противо- стоянии	Большая полуось, а	Сидерический период обра- щения	Средний си- нодич. период обращения	Эксцентриси- тет, e	Наклон, °	D, км	Кто и когда открыл	Дата противостояния
1	Церера (Ceres)	m 7,0—7,9	2,768	4,60	466,68	0,076	10°,61	770 ¹⁾	Пиаци, 1801	28 октября 1970
2	Паллада (Pallas)	6,7—9,3	2,772	4,61	466,5	0,234	34,80	490 ¹⁾	Ольберс, 1802	23 августа 1970
3	Юнона (Juno)	7,0—10,0	2,668	4,36	473,9	0,258	13,00	190 ¹⁾	Гардинг, 1804	18 ноября 1970
4	Веста (Vesta)	5,9—7,0	2,362	3,63	504,22	0,089	7,13	380 ¹⁾	Ольберс, 1807	10 февраля 1970
5	Астрея (Astraea)	8,5—10,5	2,577	4,14	481,71	0,190	5,33	100	Генке, 1845	20 ноября 1969
6	Геба (Hebe)	7,0—9,6	2,424	3,78	496,78	0,204	14,76	170	Генке, 1847	10 января 1970
7	Ирис (Iris)	6,7—9,6	2,385	3,68	501,32	0,231	5,50	170	Хайнд, 1847	4 октября 1969
8	Флора (Flora)	7,8—9,8	2,202	3,27	526,41	0,157	5,90	100	Хайнд, 1847	12 мая 1970
9	Метиды (Metis)	8,1—9,6	2,387	3,68	501,19	0,124	5,60	130	Грэхам, 1848	9 июня 1970
12	Виктория (Victoria)	8,1—10,9	2,333	3,56	507,70	0,221	8,38	90	Хайнд, 1850	8 февраля 1970
15	Эвномия (Eunomia)	7,4—9,6	2,645	4,30	475,97	0,187	11,76	228	Гаспарис, 1851	11 марта 1970
18	Мельпомена (Melopomene)	7,7—10,5	2,296	3,48	512,64	0,218	10,13	95	Хайнд, 1852	26 мая 1970
20	Массалия (Massalia)	8,2—9,9	2,408	3,74	498,66	0,143	0,68	106	Гаспарис, 1852	1 апреля 1970
192	Навзикая (Nausikaa)	7,5—10,6	2,402	3,72	499,37	0,246	6,85	75	Пализа, 1879	26 августа 1970
324	Бамберга (Bamberga)	7,3—11,5	2,684	4,40	472,78	0,339	11,26	95	Пализа, 1892	2 сентября 1969
387	Аквитания (Aquitania)	8,2—11,0	2,739	4,53	468,62	0,238	17,97	107	Курти, 1894	14 декабря 1969
433	Эрос (Eros)	6,7—11,3	1,458	1,76	845,37	0,223	10,83	6×32	Витт, 1898	4 июля 1970
471	Папагена (Papagena)	8,4—11,1	2,888	4,91	458,71	0,234	14,91	210	Вольф, 1901	1 июля 1970
511	Давида (Davida)	8,3—10,5	3,182	5,69	443,20	0,176	15,74	230	Дэган, 1903	10 апреля 1970
944	Гидальго (Hidalgo)	11,0—19,0	5,794	13,93	393,5	0,656	42,53	25—50	Бааде, 1920	27 мая 1970
1036	Ганимед (Ganymedes)	12,5	2,658	4,34	474,6	0,542	25,30	48	Бааде, 1924	24 февраля 1970
1221	Амур (Amor)	17,5	1,922	2,67	584,0	0,435	11,93	1—2	Дельпорт, 1932	2 октября 1970
1566	Икар (Ikar)	12,5	1,078	1,12	13,82	0,827	22,98	1—2	Бааде, 1949	22 июня 1958

¹⁾ Измерены: остальные определены по блеску при некотором среднем значении альбедо

ТАБЛИЦА 31
Постоянные метеорные потоки

Поток	Период активности	Максимум активности		Радант в максимуме		V км/сек (геоцен)	N в макс.	Комета — родоначаль- ница потока	
		дата	l _☉ *)	α	δ				
Квадрантиды	2—4 I	3 I	282°,7	15 ^h 26 ^m	+51°,0	41	40	—	
Лириды	7—26 IV	23 IV	31,7	18 02	+33	49	10	1861 I	
η-Аквариды	1—9 V	4 V	43,0	22 23	—1,2	67	36	Галлея	
β-Кассиопейды	20 VII—10 VIII	27 VII	123	23 44	+60	>60	—	—	
δ-Аквариды	20 VII—10 VIII	30 VII	126	22 37	—16,7	43	14	—	
α-Каприкорниды	28 VII—6 VIII	1 VIII	129,0	20 20	—10	26	—	Хонда—Мркоса—Пайду- шаковой	
Персеиды	25 VII—18 VIII	12 VIII	139,0	3 04	+57,8	60	55	1862 III	
Ориониды	18—25 X	22 X	208	6 16	+15,1	66	10	Галлея	
Южн. Тауриды	26 X—22 XI	1 XI	218	3 22	+13,9	30	} 6	Энке	
Сев. Тауриды	26 X—22 XI	8 XI	225	3 42	+22,1	32		8**)	Темпля — Туттля
Леониды	3—27 XI	17 XI	233,9	10 09	+22,3	72	60		—
Геминиды	10—16 XII	13 XII	261,0	7 29	+32,4	36	10—20 ***)		Туттля
Урсиды (UMi)	20—23 XII	22 XII	270,4	15 32	+83	37			

*) Табл. 34, 35.
**) В 1945 г. было 88 мет./час.
***) В 1966 г. — 140 000 (1), что говорит о резком возрастании активности потока. Необходимы дальнейшие массовые наблюдения.

ТАБЛИЦА 32
Метеорные потоки, которые в отдельные годы давали большое число метеоров

Поток	Момент максимума		Радант		Часовое число метеоров
	дата	$l_{\odot}(1950,0)$	α	δ	
Боотиды	1930, июнь	9, 8	14 ^h 40 ^m	+45°	59
η-Урсиды (UMa)	1927, июнь	28	14 00	+57	22
γ-Дракониды	1946, окт.	10, 2	17 28	+54	30 000 *)
Цетиды	1935, окт.	19, 8	2 40	—5	100
α-Моноцеротиды	1935, нояб	21, 8	7 20	—5	>2000
Леониды	1966, нояб.	17, 5	10 09	+22, 3	140 000

*) Комета Джакобини—Циннера.

ТАБЛИЦА 33
Новые потоки

Поток	Дата	Радант		Часовое число метеоров	Примечания
		α	δ		
Лацертиды	1954 февр. 17 и 18	22 ^h 05 ^m	+51°		Телескопиче- ские наблюде- ния. Возмо- на связь с ко- метой 1941 II
α -Лириды	1958 июль 12—16	18 ^h 35 ^m	+38°	100	—
Аквилиды	1953 авг. 14—24	19 50	+9	50	Телескопиче- ские наблюде- ния
κ -Цигниды	1955 авг. 17—18	19 20	+55	100—20	—

ТАБЛИЦА 34
Кометные радианты, недостаточно подтвержденные метеорными наблюдениями

Дата	Координаты радианта		Комета	Поток
	α	δ		
9 января	22 ^h 00 ^m	—39°	1819 IV	Корвиды; наблюдались в 1937 г., часовое число 13
24 »	12 28	+22	1913 I	
31 марта	19 52	—10	1917 II	
22 апреля	17 00	+35	1949 III	
26 »	21 20	+24	1911 VI	
8 июня	14 32	+45	1930 VI	
25 »	20 48	+61	1850 I	
28 »	12 48	—19	Темпеля — Свифта	Наблюдались в 1952 г.
13 июля	0 12	+29	1901 I	
24 »	3 24	+45	1764	
25 »	18 08	+62	1919 V	
4 августа	1 24	—39	1951 II	
10 »	2 08	—18	1877 II	
14 »	4 12	+40	1925 XII	
15 »	0 16	+38	1780 II	Ауригиды; наблюдались в 1935 г., часовое число 30
21 »	0 12	+47	1871 IV	
1 сентября	5 44	+41	1911 II	
11 сентября	23 04	+ 3	1907 IV	
24 октября	10 40	+39	1739	
28 »	2 00	+26	1757	
14 ноября	10 40	+62	1873 IV	
27 »	3 44	+20	1702	Андромедиды; набл. звездные дожди в 1872 г., 1886 г., затем не наблюдались в те- чение долгого времени и снова появились в 1940 г., (2 метеора в час)
2 декабря	1 40	+43	Биелы	
3 декабря	10 36	+34	1798 II	
7 »	12 40	+67	Понса — Брукса	
15 »	6 52	+ 9	1917 I	

Смещение радиантов некоторых метеорных потоков (1950,0)

Дата	α	δ	Дата	α	δ	Дата	α	δ
Персеиды			Южн. Тауриды			Сев. Тауриды		
30/VII	1 ^h 56 ^m	+56°,2	26/X	3 ^h 08 ^m	+13°,4	26/X	3 ^h 16 ^m	+20°,4
31	2 01	56,3	29	3 16	13,6	28	3 22	20,8
2/VIII	2 11	56,5	1/XI	3 22	13,9	1/XI	3 28	21,2
4	2 22	56,8	4	3 30	14,1	4	3 34	21,6
6	2 32	57,0	7	3 36	14,4	7	3 40	22,0
8	2 43	57,3	10	3 44	14,6	10	3 46	22,3
10	2 53	57,5	13	3 52	14,8	13	3 52	22,7
12	3 04	57,8	16	3 58	14,9	16	3 58	23,0
14	3 14	58,0	19	4 06	15,1	19	4 04	23,3
16/VIII	3 25	+58,2	22	4 14	15,2	22/XI	4 12	+23,6
			25/XI	4 20	+15,4			
Ориониды			α-Каприкорниды			δ-Аквариды		
16/X	5 ^h 57 ^m	+14°,3	16/VII	19 ^h 38 ^m	-9°,3	21/VII	22 ^h 06 ^m	-18°,3
18	6 03	14,6	21	19 55	9,4	26	22 23	17,4
20	6 10	14,8	26	20 13	9,6	31	22 40	16,5
22	6 16	15,1	31	20 30	9,7	5/VIII	22 57	15,7
24/X	6 22	+15,4	6/VIII	20 48	9,8	10	23 15	14,8
			11	21 05	10,0	15/VIII	23 32	-13,9
			16	21 23	10,1			
			21	21 40	10,2			
			26/VIII	21 58	-10,4			
Леониды			Лириды			β-Кассиопейды		
15/XI	10 ^h 05 ^m	+22°,9	17/IV	17 ^h 50 ^m	+32°,8	20/VII	23 ^h 16 ^m	+58°
16	10 08	22,5	19	17 56	33,2	25	23 36	60
17	10 11	22,0	21	18 04	33,6	30	23 56	61
18	10 14	21,6	23	18 10	34,1	4/VIII	0 16	+62
19	10 16	21,2	25/IV	18 18	+34,5			
20/XI	10 19	+20,8						
						Геминиды		
						10/XII	7 ^h 14 ^m	+32°,7
						11	7 18	32,6
						12	7 22	32,5
						13	7 27	32,5
						14	7 31	32,4
						15	7 35	32,3
						-16/XII	7 39	+32,3
						29/IV	22 ^h 10 ^m	-2°,4
						30	22 13	2,1
						1/V	22 15	1,9
						2	22 18	1,7
						3	22 21	1,4
						4	22 23	1,2
						5	22 26	1,0
						6	22 28	0,7
						7	22 31	0,5
						8	22 34	-0,3
						9	22 36	0,0
						10	22 39	+0,2
						11	22 42	0,4
						12	22 44	0,7
						13/IV	22 47	+0,9

КООРДИНАТЫ СОЛНЦА

ТАБЛИЦА 36

Геоцентрическая долгота Солнца $l_{\odot}$, координаты центра истинного Солнца $\alpha_{\odot}$, $\delta_{\odot}$, уравнение времени η , угловой радиус Солнца $r_{\odot}$ в гринвичскую полночь на каждый третий день 1950 г.

[Чтобы отыскать данные для другого какого-нибудь года, надо ввести в моменты поправку K за начало года (см. табл. 38)]

Простой год	Високосный год	$l_{\odot}$	$\alpha_{\odot}$	$\delta_{\odot}$	η	$r_{\odot}$
Январь						
1	2	280°,01	18 ^h 43 ^m 32 ^s	—23° 04',2	+ 3 ^m 14 ^s	16'18"
4	5	283,07	18 56 46	—22 48,4	+ 4 38	16 18
7	8	286,12	19 09 56	—22 28,5	+ 5 59	16 18
10	11	289,18	19 23 02	—22 04,6	+ 7 15	16 17
13	14	292,24	19 36 04	—21 36,8	+ 8 27	16 17
16	17	295,30	19 49 00	—21 05,2	+ 9 33	16 17
19	20	298,35	20 01 50	—20 30,0	+10 33	16 17
22	23	301,40	20 14 33	—19 51,3	+11 27	16 17
25	26	304,46	20 27 09	—19 09,3	+12 14	16 16
28	29	308,52	20 39 38	—18 24,1	+12 53	16 16
31	32	310,55	20 52 00	—17 36,0	+13 25	16 16
Февраль						
3	4	313,60	21 04 14	—16 45,0	+13 50	16 15
6	7	316,62	21 16 21	—15 51,5	+14 07	16 15
9	10	319,67	21 28 21	—14 55,4	+14 17	16 14
12	13	322,71	21 40 14	—13 57,1	+14 20	16 14
15	16	325,74	21 52 00	—12 56,7	+14 17	16 13
18	19	328,77	22 03 39	—11 54,4	+14 06	16 12
21	22	331,80	22 15 12	—10 50,4	+13 50	16 12
24	25	334,82	22 26 39	— 9 44,9	+13 19	16 11
27	28	337,84	22 38 01	— 8 38,1	+12 59	16 11
Март						
2		340,85	22 49 17	— 7 30,2	+12 26	16 10
5		343,85	23 00 29	— 6 21,3	+11 48	16 09
8		346,85	23 11 37	— 5 11,6	+11 06	16 08
11		349,85	23 22 41	— 4 01,3	+10 21	16 08
14		352,85	23 33 43	— 2 50,5	+ 9 33	16 07
17		355,84	23 44 42	— 1 39,5	+ 8 42	16 06
20		358,82	23 55 39	— 0 28,3	+ 7 50	16 05
23		1,80	0 06 35	+ 0 42,9	+ 6 56	16 04
26		4,77	0 17 31	+ 1 53,8	+ 6 02	16 04
29		7,74	0 28 25	+ 3 04,3	+ 5 07	16 03

Простой год	ζ	α	δ	η	r
Апрель					
1	10,70	0 ^h 39 ^m 20 ^s	+ 4° 14',2	+4 ^m 12 ^s	16'02"
4	13,66	0 50 16	+ 5 23,5	+3 18	16 01
7	16,61	1 01 13	+ 6 31,8	+2 26	16 00
10	19,56	1 12 12	+ 7 39,3	+1 35	15 59
13	22,50	1 23 14	+ 8 45,5	+0 47	15 59
16	25,44	1 34 18	+ 9 50,5	+0 02	15 58
19	28,37	1 45 26	+10 54,0	—0 40	15 57
22	31,30	1 56 37	+11 55,9	—1 19	15 56
25	34,23	2 07 52	+12 56,0	—1 53	15 55
28	37,15	2 19 11	+13 54,2	—2 24	15 55
Май					
1	40,06	2 30 35	+14 50,3	—2 50	15 54
4	43,00	2 42 03	+15 44,2	—3 11	15 53
7	45,87	2 53 37	+16 35,7	—3 27	15 53
10	48,77	3 05 15	+17 24,8	—3 39	15 52
13	51,67	3 16 59	+18 11,3	—3 44	15 51
16	54,56	3 28 48	+18 55,1	—3 45	15 51
19	57,46	3 40 42	+19 35,9	—3 40	15 50
22	60,35	3 52 42	+20 13,8	—3 31	15 49
25	63,23	4 04 46	+20 48,6	—3 16	15 49
28	66,11	4 16 54	+21 20,1	—2 58	15 48
31	68,98	4 29 06	+21 48,3	—2 35	15 48
Июнь					
3	71,86	4 41 22	+22 13,1	—2 09	15 48
6	74,73	4 53 42	+22 34,4	—1 39	15 47
9	77,60	5 06 05	+22 52,2	—1 06	15 47
12	80,46	5 18 30	+23 06,3	—0 30	15 46
15	83,33	5 30 57	+23 16,8	+0 07	15 46
18	86,20	5 43 25	+23 23,6	+0 46	15 46
21	89,06	5 55 54	+23 26,7	+1 25	15 46
24	91,92	6 08 23	+23 26,0	+2 04	15 46
27	94,78	6 20 51	+23 21,7	+2 43	15 46
30	97,64	6 33 17	+23 13,6	+3 19	15 45
Июль					
3	100,50	6 45 42	+23 01,9	+3 54	15 45
6	103,36	6 58 04	+22 46,6	+4 26	15 45
9	106,22	7 10 23	+22 27,7	+4 56	15 45
12	109,08	7 22 39	+22 05,4	+5 22	15 45
15	111,94	7 34 51	+21 39,6	+5 44	15 46
18	114,81	7 46 58	+21 10,4	+6 02	15 46
21	117,67	7 59 01	+20 38,1	+6 15	15 46
24	120,53	8 10 58	+20 02,6	+6 22	15 46
27	123,40	8 22 50	+19 24,1	+6 25	15 46
30	126,27	8 34 36	+18 42,8	+6 22	15 47
Август					
2	129,13	8 46 18	+17 58,6	+6 13	15 47
5	132,01	8 57 53	+17 11,9	+5 59	15 48
8	134,88	9 09 24	+16 22,6	+5 40	15 48
11	137,76	9 20 49	+15 30,9	+5 16	15 48
14	140,64	9 32 10	+14 37,0	+4 46	15 49
17	143,52	9 43 25	+13 41,0	+4 12	15 49

Простой год	$l_{\odot}$	$\alpha_{\odot}$	$\delta_{\odot}$	η	$r_{\odot}$
Август					
20	146°,41	9 ^h 54 ^m 36 ^s	+12° 43',0	+ 3 ^m 33 ^s	15'50"
23	149,30	10 05 42	+11 43,3	+ 2 49	15 51
26	152,19	10 16 43	+10 41,8	+ 2 02	15 51
29	155,09	10 27 42	+ 9 38,9	+ 1 10	15 52
Сентябрь					
1	157,99	10 38 37	+ 8 34,6	+ 0 15	15 52
4	160,89	10 49 29	+ 7 29,0	— 0 42	15 53
7	163,80	11 00 19	+ 6 22,4	— 1 42	15 54
10	166,71	11 11 07	+ 5 14,7	— 2 43	15 55
13	169,63	11 21 54	+ 4 06,3	— 3 45	15 55
16	172,56	11 32 41	+ 2 57,2	— 4 49	15 56
19	175,49	11 43 26	+ 1 47,6	— 5 53	15 57
22	178,42	11 54 12	+ 0 37,7	— 6 57	15 58
25	181,35	12 04 59	— 0 32,4	— 8 00	15 59
28	184,29	12 15 47	— 1 42,5	— 9 01	15 59
Октябрь					
1	187,24	12 26 36	— 2 52,6	—10 01	16 00
4	190,19	12 37 29	— 4 02,3	—10 59	16 01
7	193,15	12 48 24	— 5 11,7	—11 53	16 02
10	196,11	12 59 23	— 6 20,5	—12 43	16 03
13	199,08	13 10 27	— 7 28,6	—13 30	16 03
16	202,05	13 21 34	— 8 35,7	—14 12	16 04
19	205,03	13 32 47	— 9 41,7	—14 49	16 05
22	208,01	13 44 05	—10 46,4	—15 20	16 06
25	211,00	13 55 29	—11 49,7	—15 46	16 07
28	213,99	14 06 59	—12 51,4	—16 05	16 07
31	216,99	14 14 43	—13 31,5	—16 18	16 08
Ноябрь					
3	219,99	14 30 21	—14 49,1	—16 24	16 09
6	223,00	14 42 12	—15 44,8	—16 22	16 10
9	226,01	14 54 11	—16 38,3	—16 12	16 10
12	229,03	15 06 18	—17 29,1	—15 55	16 11
15	232,05	15 18 33	—18 17,3	—15 30	16 12
18	235,07	15 30 54	—19 02,5	—14 58	16 12
21	239,00	15 43 24	—19 44,7	—14 18	16 13
24	241,13	15 56 00	—20 23,7	—13 32	16 14
27	244,16	16 08 43	—20 59,2	—12 38	16 14
30	247,20	16 21 33	—21 31,3	—11 38	16 15
Декабрь					
3	250,24	16 34 30	—21 59,6	—10 31	16 15
6	253,28	16 47 32	—22 24,2	— 9 19	16 16
9	256,33	17 00 39	—22 44,8	— 8 01	16 16
12	259,38	17 13 50	—23 01,4	— 6 40	16 16
15	262,43	17 27 05	—23 13,9	— 5 15	16 17
18	265,49	17 40 22	—23 22,3	— 3 48	16 17
21	268,54	17 53 40	—23 26,4	— 2 19	16 17
24	271,59	18 06 59	—23 26,3	— 0 49	16 17
27	274,65	18 20 18	—23 22,0	+ 0 40	16 17
30	277,71	18 33 36	—23 13,4	+ 2 08	16 17

ТАБЛИЦА 37

Геоцентрическая долгота Солнца $l_{\odot}$, прямоугольные координаты Солнца X, Y, Z и его радиус-вектор R в гринвичскую полночь на каждый третий день 1950 г.

[Чтобы отыскать данные для другого какого-нибудь года, надо в моменты ввести поправку K за начало года (см. табл. 38)]

Простой год	Високосный год	$l_{\odot}$	X	Y	Z	R
Январь						
1	2	280,01	+0,17092	—0,88833	—0,38526	0,98324
4	5	283,07	0,22231	0,87869	0,38108	0,98323
7	8	286,12	0,27308	0,86660	0,37583	0,98327
10	11	289,18	0,32310	0,85209	0,36954	0,98337
13	14	292,24	0,37222	0,83520	0,36222	0,98352
16	17	295,30	0,43610	0,80903	0,35087	0,98371
19	20	298,35	0,46724	0,79442	0,34454	0,98394
22	23	301,40	0,51284	0,77066	0,33423	0,98419
25	26	304,46	0,55700	0,74474	0,32298	0,98448
28	29	308,52	0,59960	0,71674	0,31084	0,98481
31	32	310,55	0,64051	0,68676	0,29784	0,98519
Февраль						
3	4	313,60	+0,67965	—0,65487	—0,28401	0,98562
6	7	316,62	0,71690	0,62118	0,26940	0,98609
9	10	319,67	0,75218	0,58576	0,25404	0,98662
12	13	322,71	0,78539	0,54870	0,23707	0,98718
15	16	325,74	0,81642	0,51012	0,22124	0,98778
18	19	328,77	0,84519	0,47011	0,20388	0,98839
21	22	331,80	0,87162	0,42881	0,18597	0,98903
24	25	334,82	0,89563	0,38633	0,16754	0,98968
27	28	337,84	0,91718	0,34279	0,14866	0,99037
Март						
2		340,85	+0,93621	—0,29833	—0,12938	0,99108
5		343,85	0,95270	0,25306	0,10975	0,99182
8		346,85	0,96659	0,20711	0,08982	0,99261
11		349,85	0,97787	0,16058	0,06964	0,99341
14		352,85	0,98650	0,11360	0,04927	0,99424
17		355,84	0,99245	0,06630	0,02876	0,99508
20		358,82	0,99570	—0,01882	0,00816	0,99591
23		1,80	0,99626	+0,02870	0,01245	0,99675
26		4,77	0,99413	0,07615	0,03303	0,99759
29		7,74	0,98933	0,12337	0,05351	0,99843
Апрель						
1		10,70	+0,98189	+0,17026	+0,07384	0,99928
4		13,66	0,97185	0,21669	0,09397	1,00014
7		16,61	0,95924	0,26254	0,11386	1,00101
10		19,56	0,94408	0,30772	0,13345	1,00189
13		22,50	0,92642	0,35209	0,15270	1,00276
16		25,44	0,90630	0,39554	0,17154	1,00362
19		28,37	0,88378	0,43794	0,18993	1,00445
22		31,30	0,85892	0,47919	0,20782	1,00527
25		34,23	0,83182	0,51916	0,22516	1,00606
28		37,15	0,80255	0,55777	0,24190	1,00683

Простой год	$l_{\odot}$	X	Y	Z	R
Май					
1	40°,06	+0,77119	+0,59492	+0,25801	1,00759
4	43,00	0,73785	0,63053	0,27345	1,00834
7	45,87	0,70259	0,66451	0,28819	1,00909
10	48,77	0,66551	0,69678	0,30218	1,00981
13	51,67	0,62670	0,72726	0,31540	1,01051
16	54,56	0,58625	0,75585	0,32781	1,01117
19	57,46	0,54429	0,78250	0,33936	1,01179
22	60,35	0,50093	0,80712	0,35004	1,01237
25	63,23	0,45628	0,82966	0,35981	1,01291
28	66,11	0,41048	0,85006	0,36866	1,01342
31	68,98	0,36364	0,86830	0,37657	1,01390
Июнь					
3	71,86	+0,31589	+0,88433	+0,38352	1,01435
6	74,73	0,26732	0,89812	0,38950	1,01479
9	77,60	0,21806	0,90963	0,39449	1,01518
12	80,46	0,16823	0,91882	0,39848	1,01554
15	83,33	0,11797	0,92566	0,40145	1,01584
18	86,20	0,06740	0,93015	0,40340	1,01610
21	89,06	+0,01666	0,93226	0,40431	1,01630
24	91,92	-0,03410	0,93200	0,40420	1,01645
27	94,78	0,08477	0,92939	0,40306	1,01656
30	97,64	0,13520	0,92442	0,40091	1,01665
Июль					
3	100,50	-0,18530	+0,91713	+0,39775	1,01670
6	103,36	0,23494	0,90753	0,39358	1,01672
9	106,22	0,28400	0,89562	0,38842	1,01669
12	109,08	0,33235	0,88144	0,38227	1,01662
15	111,94	0,37987	0,86501	0,37515	1,01650
18	114,81	0,42641	0,84638	0,36707	1,01633
21	117,67	0,47186	0,82560	0,35805	1,01610
24	120,53	0,51610	0,80272	0,34813	1,01583
27	123,40	0,55902	0,77781	0,33733	1,01552
30	126,27	0,60051	0,75094	0,32567	1,01518
Август					
2	129,13	-0,64049	+0,72217	+0,31320	1,01482
5	132,01	0,67886	0,69156	0,29992	1,01442
8	134,88	0,71550	0,65918	0,28588	1,01399
11	137,76	0,75032	0,62510	0,27110	1,01352
14	140,64	0,78322	0,58942	0,25563	1,01301
17	143,52	0,81409	0,55222	0,23949	1,01244
20	146,41	0,84287	0,51360	0,22274	1,01184
23	149,30	0,86946	0,47367	0,20542	1,01120
26	152,19	0,89382	0,43253	0,18758	1,01054
29	155,09	0,91588	0,39029	0,16927	1,00986

Простой год	$l_{\odot}$	X	Y	Z	R
Сентябрь					
1	157,99	—0,93559	+0,34705	+0,15051	1,00917
4	160,89	0,95289	0,30289	0,13137	1,00846
7	163,80	0,96772	0,25794	0,11187	1,00773
10	166,71	0,98002	0,21231	0,09208	1,00698
13	169,63	0,98976	0,16612	0,07204	1,00619
16	172,56	0,99690	0,11949	0,05182	1,00538
19	175,49	1,00142	0,07256	0,03147	1,00454
22	178,42	1,00330	+0,02545	+0,01104	1,00369
25	181,35	1,00255	—0,02171	—0,00942	1,00283
28	184,29	0,99917	0,06882	0,02984	1,00198
Октябрь					
1	187,24	—0,99316	—0,11575	—0,05019	1,00114
4	190,19	0,98451	0,16238	0,07042	1,00029
7	193,15	0,97325	0,20859	0,09046	0,99945
10	196,11	0,95938	0,25425	0,11027	0,99860
13	199,08	0,94293	0,29923	0,12977	0,99774
16	202,05	0,92394	0,34340	0,14893	0,99688
19	205,03	0,90246	0,38664	0,16768	0,99601
22	208,01	0,87856	0,42882	0,18597	0,99516
25	211,00	0,85230	0,46984	0,20376	0,99433
28	213,99	0,82374	0,50960	0,22100	0,99352
31	216,99	0,79296	0,54797	0,23765	0,99274
Ноябрь					
3	219,99	—0,76002	—0,58487	—0,25365	0,99199
6	223,00	0,72499	0,62019	0,26897	0,99125
9	226,01	0,68797	0,65381	0,28355	0,99054
12	229,03	0,64905	0,68563	0,29735	0,98983
15	232,05	0,60834	0,71555	0,31033	0,98914
18	235,07	0,56597	0,74350	0,32244	0,98847
21	239,00	0,52205	0,76939	0,33367	0,98784
24	241,13	0,47670	0,79315	0,34398	0,98725
27	244,16	0,43004	0,81474	0,35334	0,98670
30	247,20	0,38219	0,83407	0,36172	0,98620
Декабрь					
3	250,24	—0,33327	—0,85111	—0,36911	0,98574
6	253,28	0,28341	0,86577	0,37548	0,98533
9	256,33	0,23274	0,87803	0,38079	0,98494
12	259,38	0,18143	0,88782	0,38504	0,98458
15	262,43	0,12961	0,89512	0,38820	0,98425
18	265,49	0,07744	0,89992	0,39028	0,98396
21	268,54	—0,02507	0,90221	0,39127	0,98372
24	271,59	+0,02736	0,90198	0,39117	0,98353
27	274,65	0,07971	0,89924	0,38998	0,98340
30	277,71	+0,13185	—0,89399	—0,38771	0,98332

ТАБЛИЦА 38
 Поправка K за начало года

Год	K	Год	K	Год	K
1950	0 ^d 000	1966	+0 ^d 125	1973	+0 ^d 429
1960*)	{ -0,422	1967	-0,117	1974	+0,187
	{ +0,578			1975	-0,055
1961	+0,336	1968	{ -0,360	1976	{ -0,297
1962	+0,094		{ +0,640		{ +0,703
1963	-0,149	1969	+0,398	1977	+0,461
		1970	+0,156	1978	+0,218
1964	{ -0,391	1971	-0,086	1979	-0,024
	{ +0,609				
1965	+0,367	1972	{ -0,328	1980	{ -0,266
			{ +0,672		{ +0,734

*) До 1 марта високосного года брать первую поправку, с 1 марта — вторую.

ТАБЛИЦА 39
 Физические координаты Солнца

P_0 —позиционный угол оси вращения Солнца, B_0 —гелиографическая широта центра видимого диска Солнца *)

Дата	P_0	B_0	Дата	P_0	B_0	Дата	P_0	B_0
Январь	1 +2,4	-3,0	Май	1 -24,4	-4,2	Сентябрь	1 +20,9	+7,2
	5 +0,5	-3,5		5 -23,6	-3,8		5 +21,9	+7,2
	10 -2,0	-4,0		10 -22,5	-3,2		10 +23,0	+7,2
	15 -4,3	-4,6		15 -21,3	-2,7		15 +24,0	+7,2
	20 -6,7	-5,0		20 -19,8	-2,1		20 +24,8	+7,1
	25 -8,9	-5,5		25 -18,3	-1,5		25 +25,5	+7,0
Февраль	1 -11,9	-6,0	Июнь	1 -15,8	-0,7	Октябрь	1 +26,0	+6,7
	5 -13,5	-6,3		5 -14,5	-0,2		5 +26,3	+6,5
	10 -15,4	-6,6		10 -12,3	+0,4		10 +26,4	+6,2
	15 -17,2	-6,8		15 -10,2	+1,0		15 +26,3	+5,9
	20 -18,9	-7,0		20 - 8,0	+1,6		20 +26,1	+5,5
	25 -20,3	-7,1		25 - 5,8	+2,2		25 +25,7	+5,1
Март	1 -21,4	-7,2	Июль	1 - 3,1	+2,9	Ноябрь	1 +24,7	+4,4
	5 -22,4	-7,2		5 - 1,3	+3,3		5 +24,2	+4,0
	10 -23,5	-7,2		10 + 1,0	+3,8		10 +23,0	+3,4
	15 -24,4	-7,2		15 + 3,3	+4,3		15 +21,7	+2,8
	20 -25,2	-7,1		20 + 5,5	+4,8		20 +20,3	+2,3
	25 -25,7	-6,9		25 + 7,6	+5,2		25 +18,0	+1,6
Апрель	1 -26,2	-6,5	Август	1 +10,5	+5,8	Декабрь	1 +16,5	+0,9
	5 -26,4	-6,3		5 +12,1	+6,1		5 +14,9	+0,4
	10 -26,4	-6,0		10 +14,0	+6,4		10 +12,8	-0,3
	15 -26,2	-5,6		15 +15,8	+6,6		15 +10,6	-0,9
	20 -25,8	-5,2		20 +17,4	+6,9		20 + 8,3	-1,5
	25 -25,3	-4,8		25 +19,0	+7,0		25 + 5,9	-2,2

*) 90° — B_0 — угол между северным направлением оси вращения Солнца и линией Солнце — Земля

ТАБЛИЦА 40А

Поправка гелиографической долготы Δl

b' A	0°	10°	20°	30°	40°	50°
0°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2
2	0,0	0,4	0,7	1,2	1,7	2,4
3	0,0	0,5	1,1	1,7	2,5	3,6
4	0,0	0,7	1,5	2,3	3,4	4,8
5	0,0	0,9	1,8	2,9	4,2	6,0
6	0,0	1,1	2,2	3,5	5,0	7,2
7	0,0	1,2	2,5	4,0	5,9	8,3

Δl имеет знак произведения $B_0 \cdot l' \cdot b'$.

ТАБЛИЦА 40Б

Поправка гелиографической широты Δb

B_0 l'	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	B_0 l'
0°	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	90°
5	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	85
10	0,0	1,0	2,0	3,0	3,9	4,9	5,9	6,9	80
15	0,0	1,0	1,9	2,9	3,9	4,8	5,8	6,8	75
20	0,0	0,9	1,9	2,8	3,8	4,7	5,6	6,6	70
25	0,0	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	65
30	0,0	0,9	1,7	2,6	3,5	4,3	5,2	6,1	60
35	0,0	0,8	1,6	2,5	3,3	4,1	4,9	5,7	55
40	0,0	0,8	1,5	2,3	3,1	3,8	4,6	5,4	50
45	0,0	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	45
50	0,0	0,6	1,3	1,9	2,6	3,2	3,8	4,5	40
55	0,0	0,6	1,1	1,7	2,3	2,9	3,4	4,0	35
60	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	30
65	0,0	0,4	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	3,0	25
70	0,0	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,0	2,4	20
75	0,0	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	15
80	0,0	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	10
85	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	5
90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0

Δb имеет знак B_0

ПРЕЦЕССИЯ

ТАБЛИЦА 41

Годовая прецессия по склонению P_δ
(для α от 12^h до 24^h знак надо изменить на противоположный)

α	0^m	10^m	20^m	30^m	40^m	50^m	60^m	α
0^h	$+20'',0$	$+20'',0$	$+20'',0$	$+19'',9$	$+19'',7$	$+19'',6$	$+19'',4$	12^h
1	$+19,4$	$+19,1$	$+18,8$	$+18,5$	$+18,2$	$+17,8$	$+17,4$	13
2	$+17,4$	$+16,9$	$+16,4$	$+15,9$	$+15,4$	$+14,8$	$+14,2$	14
3	$+14,2$	$+13,5$	$+12,9$	$+12,2$	$+11,5$	$+10,8$	$+10,0$	15
4	$+10,0$	$+9,3$	$+8,5$	$+7,7$	$+6,9$	$+6,0$	$+5,2$	16
5	$+5,2$	$+4,3$	$+3,5$	$+2,6$	$+1,7$	$+0,9$	$0,0$	17
6	$0,0$	$-0,9$	$-1,7$	$-2,6$	$-3,5$	$-4,3$	$-5,2$	18
7	$-5,2$	$-6,0$	$-6,9$	$-7,7$	$-8,5$	$-9,3$	$-10,0$	19
8	$-10,0$	$-10,8$	$-11,5$	$-12,2$	$-12,9$	$-13,5$	$-14,2$	20
9	$-14,2$	$-14,8$	$-15,4$	$-15,9$	$-16,4$	$-16,9$	$-17,4$	21
10	$-17,4$	$-17,8$	$-18,2$	$-18,5$	$-18,8$	$-19,1$	$-19,4$	22
11	$-19,4$	$-19,6$	$-19,7$	$-19,9$	$-20,0$	$-20,0$	$-20,0$	23

ТАБЛИЦА 42

Прецессия по склонению за 100 лет (по аргументу годовой прецессии)

P_δ	$100P_\delta$	P_δ	$100P_\delta$	P_δ	$100P_\delta$	P_δ	$100P_\delta$
$0'',00$	$0',00$	$5'',00$	$8',3$	$10'',0$	$16',7$	$15'',0$	$25',0$
0,2	0,3	5,2	8,7	10,2	17,0	15,2	25,3
0,4	0,7	5,4	9,0	10,4	17,3	15,4	25,7
0,6	1,0	5,6	9,3	10,6	17,7	15,6	26,0
0,8	1,3	5,8	9,7	10,8	18,0	15,8	26,3
1,0	1,7	6,0	10,0	11,0	18,3	16,0	26,7
1,2	2,0	6,2	10,3	11,2	18,7	16,2	27,0
1,4	2,3	6,4	10,7	11,4	19,0	16,4	27,3
1,6	2,7	6,6	11,0	11,6	19,3	16,6	27,7
1,8	3,0	6,8	11,3	11,8	19,7	16,8	28,0
2,0	3,3	7,0	11,7	12,0	20,0	17,0	28,3
2,2	3,7	7,2	12,0	12,2	20,3	17,2	28,7
2,4	4,0	7,4	12,3	12,4	20,7	17,4	29,0
2,6	4,3	7,6	12,7	12,6	21,0	17,6	29,3
2,8	4,7	7,8	13,0	12,8	21,3	17,8	29,7
3,0	5,0	8,0	13,3	13,0	21,7	18,0	30,0
3,2	5,3	8,2	13,7	13,2	22,0	18,2	30,3
3,4	5,7	8,4	14,0	13,4	22,3	18,4	30,7
3,6	6,0	8,6	14,3	13,6	22,7	18,6	31,0
3,8	6,3	8,8	14,7	13,8	23,0	18,8	31,3
4,0	6,7	9,0	15,0	14,0	23,3	19,0	31,7
4,2	7,0	9,2	15,3	14,2	23,7	19,2	32,0
4,4	7,3	9,4	15,7	14,4	24,0	19,4	32,3
4,6	7,7	9,6	16,0	14,6	24,3	19,6	32,7
4,8	8,0	9,8	16,3	14,8	24,7	19,8	33,0
5,0	8,3	10,0	16,7	15,0	25,0	20,0	33,3

Годовая прецессия по прямому восхождению P_{α}

Для северного склонения		+80°	+75°	+70°	+65°	+60°	+55°	+50°	+45°	+40°	+35°	+30°	+25°	+20°	+15°	+10°	+5°	0°	δ_c $\alpha_{ю}$	
		h m	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s		
0 00	12 00	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	h m	h m
0 20	11 40	3,73	3,50	3,39	3,32	3,27	3,25	3,21	3,19	3,17	3,15	3,14	3,12	3,11	3,10	3,09	3,08	3,07	12 00	24 00
0 40	11 20	4,39	3,94	3,71	3,57	3,47	3,40	3,35	3,30	3,26	3,20	3,18	3,15	3,13	3,12	3,10	3,09	3,07	12 20	23 40
1 00	11 00	5,03	4,96	4,02	3,81	3,67	3,56	3,48	3,42	3,36	3,31	3,27	3,23	3,20	3,16	3,13	3,10	3,07	12 40	23 20
1 20	10 40	6,66	4,78	4,33	4,05	3,86	3,72	3,62	3,53	3,45	3,39	3,33	3,28	3,24	3,19	3,15	3,11	3,07	13 00	23 00
1 40	10 20	6,27	5,18	4,62	4,28	4,05	3,88	3,74	3,64	3,54	3,46	3,40	3,34	3,28	3,22	3,17	3,12	3,07	13 20	22 40
2 00	10 00	6,86	5,56	4,91	4,50	4,23	4,02	3,87	3,74	3,63	3,54	3,46	3,38	3,31	3,25	3,19	3,13	3,07	13 40	22 20
2 20	9 40	7,42	5,93	5,18	4,71	4,40	4,17	3,98	3,84	3,71	3,61	3,51	3,43	3,35	3,28	3,21	3,14	3,07	14 00	22 00
2 40	9 20	7,95	6,28	5,43	4,91	4,56	4,30	4,09	3,93	3,79	3,67	3,57	3,47	3,38	3,30	3,22	3,15	3,07	14 20	21 40
3 00	9 00	8,43	6,60	5,67	5,10	4,71	4,42	4,20	4,01	3,86	3,74	3,62	3,51	3,41	3,32	3,24	3,15	3,07	14 40	21 20
3 20	8 40	8,60	6,89	5,88	5,27	4,84	4,53	4,29	4,09	3,93	3,79	3,66	3,55	3,44	3,34	3,25	3,16	3,07	15 00	21 00
3 40	8 20	9,28	7,16	6,08	5,42	4,97	4,63	4,38	4,16	3,99	3,84	3,70	3,58	3,47	3,36	3,26	3,17	3,07	15 20	20 40
4 00	8 00	9,64	7,39	6,25	5,55	5,07	4,72	4,45	4,23	4,04	3,88	3,74	3,61	3,49	3,38	3,27	3,17	3,07	15 40	20 20
4 20	7 40	9,94	7,59	6,40	5,67	5,17	4,80	4,51	4,28	4,09	3,92	3,77	3,64	3,51	3,39	3,28	3,18	3,07	16 00	20 00
4 40	7 20	10,19	7,76	6,52	5,76	5,25	4,86	4,57	4,32	4,12	3,95	3,80	3,66	3,53	3,41	3,29	3,18	3,07	16 20	19 40
5 00	7 00	10,39	7,89	6,62	5,84	5,31	4,91	4,61	4,36	4,15	3,98	3,82	3,67	3,54	3,42	3,30	3,18	3,07	16 40	19 20
5 20	6 40	10,54	7,98	6,69	5,89	5,35	4,95	4,64	4,39	4,18	4,00	3,83	3,68	3,55	3,42	3,30	3,19	3,07	17 00	19 00
5 40	6 20	10,62	8,04	6,73	5,93	5,38	4,97	4,66	4,40	4,19	4,00	3,84	3,69	3,56	3,43	3,30	3,19	3,07	17 20	18 40
6 00	6 00	10,65	8,06	6,74	5,94	5,39	4,98	4,66	4,41	4,19	4,00	3,84	3,69	3,56	3,43	3,31	3,19	3,07	17 40	18 20
																			18 00	18 00
α_c $\delta_{ю}$																			Для южного склонения	
		-80°	-75°	-70°	-65°	-60°	-55°	-50°	-45°	-40°	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°		

P_α

Для северного склонения		+80°	+75°	+70°	+65°	+60°	+55°	+50°	+45°	+40°	+35°	+30°	+25°	+20°	+15°	+10°	+5°	0°	δ_c $\alpha_{ю}$	
		h m	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	h m	h m
12 00	24 00	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	0 00	12 00
12 20	23 40	2,41	2,64	2,75	2,82	2,87	2,90	2,93	2,95	2,97	2,99	3,00	3,02	3,03	3,04	3,05	3,06	3,07	0 20	11 40
12 40	23 20	1,75	2,20	2,43	2,57	2,67	2,74	2,79	2,84	2,88	2,91	2,94	2,96	2,99	3,01	3,03	3,05	3,07	0 40	11 20
13 00	23 00	1,11	1,78	2,12	2,33	2,47	2,58	2,66	2,72	2,78	2,83	2,87	2,91	2,94	2,98	3,01	3,04	3,07	1 00	11 00
13 20	22 40	0,48	1,36	1,81	2,09	2,27	2,42	2,52	2,61	2,69	2,75	2,81	2,86	2,90	2,95	2,99	3,03	3,07	1 20	10 40
13 40	22 20	0,13	0,96	1,52	1,86	2,09	2,26	2,40	2,50	2,60	2,67	2,74	2,80	2,86	2,92	2,97	3,02	3,07	1 40	10 20
14 00	22 00	0,72	0,58	1,23	1,64	1,91	2,12	2,27	2,40	2,51	2,60	2,68	2,76	2,83	2,89	2,95	3,01	3,07	2 00	10 00
14 20	21 40	1,28	0,21	0,96	1,43	1,74	1,97	2,16	2,30	2,43	2,53	2,63	2,71	2,79	2,86	2,93	3,00	3,07	2 20	9 40
14 40	21 20	1,81	0,14	0,71	1,23	1,58	1,84	2,05	2,21	2,35	2,47	2,57	2,67	2,76	2,84	2,92	2,99	3,07	2 40	9 20
15 00	21 00	2,29	0,46	0,47	1,04	1,43	1,72	1,94	2,13	2,28	2,40	2,52	2,63	2,73	2,82	2,90	2,99	3,07	3 00	9 00
15 20	20 40	2,74	0,75	0,26	0,87	1,30	1,61	1,85	2,05	2,21	2,35	2,48	2,59	2,70	2,80	2,89	2,98	3,07	3 20	8 40
15 40	20 20	3,14	1,02	0,06	0,72	1,17	1,51	1,76	1,98	2,15	2,30	2,44	2,56	2,67	2,78	2,88	2,97	3,07	3 40	8 20
16 00	20 00	3,50	1,25	0,11	0,59	1,07	1,42	1,69	1,91	2,10	2,26	2,40	2,53	2,65	2,76	2,87	2,97	3,07	4 00	8 00
16 20	19 40	3,80	1,45	0,26	0,47	0,97	1,34	1,63	1,86	2,05	2,22	2,37	2,50	2,63	2,75	2,86	2,96	3,07	4 20	7 40
16 40	19 20	4,05	1,62	0,38	0,38	0,89	1,28	1,57	1,81	2,02	2,19	2,34	2,48	2,61	2,73	2,85	2,96	3,07	4 40	7 20
17 00	19 00	4,25	1,75	0,48	0,30	0,83	1,23	1,53	1,78	1,99	2,16	2,32	2,47	2,60	2,72	2,84	2,96	3,07	5 00	7 00
17 20	18 40	4,40	1,84	0,55	0,25	0,79	1,19	1,50	1,75	1,96	2,15	2,31	2,46	2,59	2,72	2,84	2,95	3,07	5 20	6 40
17 40	18 20	4,48	1,90	0,59	0,21	0,76	1,17	1,48	1,74	1,95	2,14	2,30	2,45	2,58	2,71	2,84	2,95	3,07	5 40	6 20
18 00	18 00	4,51	1,92	0,60	0,20	0,75	1,16	1,48	1,73	1,95	2,13	2,30	2,45	2,58	2,71	2,83	2,95	3,07	6 00	6 00
α_c $\delta_{ю}$		-80°	-75°	-70°	-65°	-60°	-55°	-50°	-45°	-40°	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	Для южного склонения	

Числа, набранные жирным шрифтом — отрицательны.

ТАБЛИЦА 44

Прецессия по прямому восхождению за 100 лет
(по аргументу годовой прецессии)

0 ^s 00	0 ^m 00 ^s	2 ^s 00	3 ^m 20 ^s	4 ^s 00	6 ^m 40 ^s	6 ^s 00	10 ^m 00 ^s	8 ^s 00	13 ^m 20 ^s	10 ^s 00	16 ^m 40 ^s
0,05	0 05	2,05	25	4,05	45	6,05	05	8,05	25	10,05	45
0,10	10	2,10	30	4,10	50	6,10	10	8,10	30	10,10	50
0,15	15	2,15	35	4,15	55	6,15	15	8,15	35	10,15	55
0,20	20	2,20	40	4,20	7 00	6,20	20	8,20	40	10,20	17 00
0,25	25	2,25	45	4,25	05	6,25	25	8,25	45	10,25	05
0,30	30	2,30	50	4,30	10	6,30	30	8,30	50	10,30	10
0,35	35	2,35	55	4,35	15	6,35	35	8,35	55	10,35	15
0,40	40	2,40	4 00	4,40	20	6,40	40	8,40	14 00	10,40	20
0,45	45	2,45	05	4,45	25	6,45	45	8,45	05	10,45	25
0,50	0 50	2,50	4 10	4,50	7 30	6,50	10 50	8,50	14 10	10,50	17 30
0,55	55	2,55	15	4,55	35	6,55	55	8,55	15	10,55	35
0,60	1 00	2,60	20	4,60	40	6,60	11 00	8,60	20	10,60	40
0,65	05	2,65	25	4,65	45	6,65	05	8,65	25	10,65	45
0,70	10	2,70	30	4,70	50	6,70	10	8,70	30	10,70	50
0,75	15	2,75	35	4,75	55	6,75	15	8,75	35	10,75	55
0,80	20	2,80	40	4,80	8 00	6,80	20	8,80	40	10,80	18 00
0,85	25	2,85	45	4,85	05	6,85	25	8,85	45	10,85	05
0,90	30	2,90	50	4,90	10	6,90	30	8,90	50	10,90	10
0,95	35	2,95	55	4,95	15	6,95	35	8,95	55	10,95	15
1,00	1 40	3,00	5 00	5,00	8 20	7,00	11 40	9,00	15 00	11,00	18 20
1,05	45	3,05	05	5,05	25	7,05	45	9,05	05	11,05	25
1,10	50	3,10	10	5,10	30	7,10	50	9,10	10	11,10	30
1,15	55	3,15	15	5,15	35	7,15	55	9,15	15	11,15	35
1,20	2 00	3,20	20	5,20	40	7,20	12 00	9,20	20	11,20	40
1,25	05	3,25	25	5,25	45	7,25	05	9,25	25	11,25	45
1,30	10	3,30	30	5,30	50	7,30	10	9,30	30	11,30	50
1,35	15	3,35	35	5,35	55	7,35	15	9,35	35	11,35	55
1,40	20	3,40	40	5,40	9 00	7,40	20	9,40	40	11,40	19 00
1,45	25	3,45	45	5,45	05	7,45	25	9,45	45	11,45	05
1,50	2 30	3,50	5 50	5,50	9 10	7,50	12 30	9,50	15 50	11,50	19 10
1,55	35	3,55	55	5,55	15	7,55	35	9,55	55	11,55	15
1,60	40	3,60	6 00	5,60	20	7,60	40	9,60	16 00	11,60	20
1,65	45	3,65	05	5,65	25	7,65	45	9,65	05	11,65	25
1,70	50	3,70	10	5,70	30	7,70	50	9,70	10	11,70	30
1,75	55	3,75	15	5,75	35	7,75	55	9,75	15	11,75	35
1,80	3 00	3,80	20	5,80	40	7,80	13 00	9,80	20	11,80	40
1,85	05	3,85	25	5,85	45	7,85	05	9,85	25	11,85	45
1,90	10	3,90	30	5,90	50	7,90	10	9,90	30	11,90	50
1,95	15	3,95	35	5,95	55	7,95	15	9,95	35	11,95	55
2,00	3 20	4,00	6 40	6,00	10 00	8,00	13 20	10,00	16 40	12,00	20 00

ЗВЕЗДЫ, ЗВЕЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ, ТУМАННОСТИ

ТАБЛИЦА 45

Названия и обозначения созвездий

В таблице даны: 1) русские названия, 2) латинские названия, 3) положение: созвездия, лежащие целиком или большей частью к северу от +35° склонения, обозначены буквой N, южнее — 35° склонения обозначены буквой S, зодиакальные созвездия обозначены буквой Z, 4) родительный падеж (для именования звезд созвездия), 5) международное сокращенное трехбуквенное обозначение, 6) площадь созвездия в квадратных градусах, 7) число звезд ярче 6^m,0.

Русское название	Латинское название	Положение	Родительный падеж	Обозначение	Площадь в квадратных градусах	Число звезд ярче 6 ^m ,0
Андромеда . . .	Andromeda	N	Andromedae	And	722	100
Близнецы . . .	Gemini	Z	Geminorum	Gem	514	70
Большая Медведица . . .	Ursa Major	N	Ursae Majoris	UMa	1280	125
Большой Пес . . .	Canis Major		Canis Majoris	CMa	380	80
Весы	Libra	Z	Librae	Lib	538	50
Водолей	Aquarius	Z	Aquarii	Aqr	980	90
Возничий	Auriga	N	Aurigae	Aur	657	90
Волк	Lupus	S	Lupi	Lup	334	70
Волопас	Bootes		Bootis	Boo	907	90
Волосы Вероники	Coma Berenices		Comae Berenices	Com	386	50
Ворон	Corvus		Corvi	Crv	184	15
Геркулес	Hercules		Herculis	Her	1225	140
Гидра	Hydra		Hydrae	Hya	1300	130
Голубь	Columba	S	Columbae	Col	270	40
Гончие Псы	Canes Venatici	N	Canum Venaticorum	CVn	465	30
Дева	Virgo	Z	Virginis	Vir	1290	95
Дельфин	Delphinus		Delphini	Del	189	30
Дракон	Draco	N	Draconis	Dra	1083	80
Единорог	Monoceros		Monocerotis	Mon	482	85
Жертвенник	Ara	S	Arae	Ara	237	30
Живописец	Pictor	S	Pictoris	Pic	247	30
Жираф	Camelopardalis	N	Camelopardalis	Cam	757	50

Русское название	Латинское название	Поло- жение	Родительный падеж	Обоз- наче- ние	Площадь в квад- ратных градусах	Число звезд ярче 6 ^m ,0
Журавль	Grus	S	Gruis	Gru	366	30
Заяц	Lepus		Leporis	Lep	290	40
Змееносец (Офиух)	Ophiuchus		Ophiuchi	Oph	948	100
Змея	Serpens		Serpentis	Ser	637	60
Золотая Рыба	Dorado	S	Doradus	Dor	179	20
Индеец	Indus	S	Indi	Ind	294	20
Кассиопея	Cassiopeja	N	Cassiopejae	Cas	598	90
Кентавр	Centaurus	S	Centauri	Cen	1060	150
Киль	Carina	S	Carinae	Car	494	110
Кит	Cetus		Ceti	Cet	1230	100
Козерог	Capricornus	Z	Capricorni	Cap	414	50
Компас	Pyxis		Pyxidis	Pyx	221	25
Корма	Puppis		Puppis	Pup	673	140
Лебедь	Cygnus	N	Cygni	Cyg	804	150
Лев	Leo	Z	Leonis	Leo	947	70
Летучая Рыба	Volans	S	Volantis	Vol	141	20
Лира	Lyra	N	Lyrae	Lyr	286	45
Лисичка	Vulpecula		Vulpeculae	Vul	268	45
Малая Медве- дица	Ursa Minor	N	Ursae Minoris	UMi	256	20
Малый Конь	Equuleus		Equulei	Equ	72	10
Малый Лев	Leo Minor		Leonis Minoris	LMi	232	20
Малый Пес	Canis Minor		Canis Minoris	CMi	183	20
Микроскоп	Microscopium	S	Microscopii	Mic	210	20
Муха	Musca	S	Muscae	Mus	138	30
Насос	Antlia	S	Antliae	Ant	239	20
Наугольник	Norma	S	Normae	Nor	165	20
Овен	Aries	Z	Arietis	Ari	441	50
Октант	Octans	S	Octantis	Oct	291	35
Орел	Aquila		Aquilae	Aql	652	70
Орион	Orion		Orionis	Ori	594	120
Павлин	Pavo	S	Pavonis	Pav	378	45
Паруса	Vela	S	Velorum	Vel	500	110
Пегас	Pegasus		Pegasi	Peg	1121	100
Персей	Perseus	N	Persei	Per	615	90
Печь	Fornax		Fornacis	For	398	35
Райская Птица	Apus	S	Apodis	Aps	206	20
Рак	Cancer	Z	Cancri	Cnc	506	60
Резец	Caelum	S	Caeli	Cae	125	10
Рыбы	Pisces	Z	Piscium	Psc	889	75
Рысь	Lynx	N	Lyncis	Lyn	545	60
Северная Ко- рона	Corona Borealis		Coronae Borealis	CrB	179	20
Секстант	Sextans		Sextantis	Sex	314	25
Сетка	Reticulum	S	Reticuli	Ret	114	15
Скорпион	Scorpius	Z	Scorpii	Sco	497	100
Скульптор	Sculptor		Sculptoris	Scl	475	30
Столовая Гора	Mensa	S	Mensae	Men	153	15
Стрела	Sagitta		Sagittae	Sge	80	20

Русское название	Латинское название	Поло- жение	Родительный падеж	Обо- значе- ние	Площадь в квад- ратных градусах	Число звезд ярче 6 ^m ,0
Стрелец	Sagittarius	Z	Sagittarii	Sgr	867	115
Телескоп	Telescopium	S	Telescopii	Tel	252	30
Телец	Taurus	Z	Tauri	Tau	797	125
Треугольник	Triangulum		Trianguli	Tri	132	15
Тукан	Tucana	S	Tucanae	Tuc	295	25
Феникс	Phoenix	S	Phoenicis	Phe	469	40
Хамелеон	Chamaeleon	S	Chamaeleontis	Cha	132	20
Цефей	Cepheus	N	Cephei	Cep	588	60
Циркуль	Circinus	S	Circini	Cir	93	20
Часы	Horologium	S	Horologii	Hor	249	20
Чаша	Crater		Crateris	Crt	282	20
Щит	Scutum		Scuti	Sct	109	20
Эридан	Eridanus		Eridani	Eri	1138	100
Южная Гидра	Hydrus	S	Hydri	Hyi	243	20
Южный Крест	Cruх	S	Crucis	Cru	68	30
Южная Рыба	Piscis Austrinus		Piscis Austrini	PsA	245	25
Южная Корона	Corona Australis	S	Coronae Australis	CrA	128	25
Южный Тре- угольник	Triangulum Australe	S	Trianguli Australis	TrA	110	20
Ящерица	Lacerta	N	Lacertae	Lac	201	35

В прежнее время созвездия Carina (Киль), Puppis (Корма), Pyxis (Компас) и Vela (Паруса) составляли одно большое созвездие Argo Navis (Корабль Аргонавтов).

ТАБЛИЦА 46
Названия созвездий
(в алфавитном порядке латинских названий)

№ № п/п	Латинское название	Русское название	№ № п/п	Латинское название	Русское название
1	Andromeda	Андромеда	16	Capricornus	Козерог
2	Antlia	Насос	17	Carina	Киль
3	Apus	Райская Птица	18	Cassiopeja	Кассиопея
4	Aquarius	Водолей	19	Centaurus	Кентавр
5	Aquila	Орел	20	Cepheus	Цефей
6	Ara	Жертвенник	21	Cetus	Кит
7	Aries	Овен	22	Chamaeleon	Хамелеон
8	Auriga	Возничий	23	Circinus	Циркуль
9	Bootes	Волопас	24	Columba	Голубь
10	Caelum	Резец	25	Coma Berenices	Волосы Верони- ки
11	Camelopardalis	Жираф			
12	Cancer	Рак	26	Corona Australis	Южная Корона
13	Canes Venatici	Гончие Собаки	27	Corona Borealis	Северная Коро- на
14	Canis Major	Большой Пес			
15	Canis Minor	Малый Пес	28	Corvus	Ворон

№ № п/п	Латинское название	Русское название	№ № п/п	Латинское название	Русское название
29	Crater	Чаша	60	Orion	Орион
30	Crux	Южный Крест	61	Pavo	Павлин
31	Cygnus	Лебедь	62	Pegasus	Пегас
32	Delphinus	Дельфин	63	Perseus	Персей
33	Dorado	Золотая Рыба	64	Phoenix	Феникс
34	Draco	Дракон	65	Pictor	Живописец
35	Equuleus	Малый Конь	66	Pisces	Рыбы
36	Eridanus	Эридан	67	Piscis Austrinus	Южная Рыба
37	Fornax	Печь	68	Puppis	Корма
38	Gemini	Близнецы	69	Pyxis	Компас
39	Grus	Журавль	70	Reticulum	Сетка
40	Hercules	Геркулес	71	Sagitta	Стрела
41	Horologium	Часы	72	Sagittarius	Стрелец
42	Hydra	Гидра	73	Scorpius	Скорпион
43	Hydrus	Южная Гидра	74	Sculptor	Скульптор
44	Indus	Индеец	75	Scutum	Щит
45	Lacerta	Ящерица	76	Serpens	Змея
46	Leo	Лев	77	Sextans	Секстант
47	Leo Minor	Малый Лев	78	Taurus	Телец
48	Lepus	Заяц	79	Telescopium	Телескоп
49	Libra	Весы	80	Triangulum	Треугольник
50	Lupus	Волк	81	Triangulum Au- strale	Южный Тре- угольник
51	Lynx	Рысь	82	Tucana	Тукан
52	Lyra	Лира	83	Ursa Major	Б. Медведица
53	Mensa	Столовая Гора	84	Ursa Minor	М. Медведица
54	Microscopium	Микроскоп	85	Vela	Паруса
55	Monoceros	Единорог	86	Virgo	Дева
56	Musca	Муха	87	Volans	Летучая Рыба
57	Norma	Наугольник	88	Vulpecula	Лисичка
58	Octans	Октант			
59	Ophiuchus	Змееносец			

ТАБЛИЦА 47

Собственные имена некоторых ярких звезд
(имена многих других см. примечания к табл. 50)

Алгенйб γ Peg	Бенетнаш η UMa	Мира α Cet
Алголь β Per	Бетельгейзе α Ori	Мирах β And
Алиот ϵ UMa	Вега α Lyr	Мицар ζ_1 UMa
Альбирео β Cyg	Денёб α Cyg	Плейона 28 Tau
Альдерамйн α Ser	Денебола β Leo	Полярная α UMi
Альдебаран α Tau	Дубхе α UMa	Поллукс β Gem
Алькор 80 UMa	Гемма α CrB	Процион α CMi
Альтаир α Aql	Канопус α Car	Регул α Leo
Альциона η Tau	Капелла α Aur	Ригель β Ori
Антарес α Sco	Кастор α Gem	Сириус α CMa
Арктур α Boo	Майя 20 Tau	Спика α Vir
Астеропа 21 Tau	Маркаб α Peg	Тайгета 19 Tau
Атлас 27 Tau	Мерах β UMa	Фомальгаут α PsA
Беллатрикс γ Ori	Меропа 23 Tau	Электра 17 Tau

Двадцать самых ярких звезд неба

	Звезда	V	Спектр	μ	π	r , в пс	M_V	$L(L_{\odot}=1)$
1 ¹⁾	Сириус (α CMa)	-1,46	A1V	1,32	"	2,7	+1,4	22,4
2	Канопус (α Car)	-0,75	F0Ib—II	0,02	0,375	55,5	-4,4	4700
3	Арктур (α Boo)	-0,05 v ?	K2IIIp	2,28	0,018	11,1	-0,3	107
4	Вега (α Lyr)	+0,03 v ?	A0V	0,34	0,090	8,1	+0,5	51
5 ²⁾	α Кентавра (α Cen)	0,06	G2V	3,68	0,123	1,3	+4,5	1,3
6 ³⁾	Капелла (α Aur)	0,08 v ?	G8III	0,44	0,751	13,7	-0,6	141
7	Ригель (β Ori)	0,13	B8Ia	0,00	0,073	330	-7,5	81000
8 ⁴⁾	Процион (α CMi)	0,37	F5IV—V	1,25	0,003	3,5	+2,6	7,4
9 ⁵⁾	Бетельгейзе (α Ori)	0,42 v	M2Iab	0,03	0,288	200	-6,1	22400
10	Ахернар (α Eri)	0,47	B5IV	0,10	0,005	31,2	-2,0	510
11	β Кентавра (β Cen)	0,59	B1II	0,04	0,032	62,5	-3,4	1860
12	Альтаир (α Aql)	0,76	A7IV—V	0,66	0,016	5,0	+2,3	9,8
13 ⁶⁾	α Креста (α Cru)	0,79	B1IV	0,04	0,198	125	-4,7	6200
14 ⁷⁾	Альдебаран (α Tau)	0,86	K5III	0,20	0,008	20,8	-0,7	155
15 ⁸⁾	Антарес (α Sco)	0,91 v	M1Ia	0,03	0,048	52,5	-2,7	980
16	Спика (α Vir)	0,97 v	B1V	0,05	0,019	47,7	-2,4	740
17	Поллукс (β Gem)	1,14	K0III	0,62	0,021	10,7	+1,0	32
18	Фомальгаут (α PsA)	1,16	A3V	0,37	0,093	7,0	+2,0	13
19	Денеб (α Cyg)	1,25 v ?	A2Ia	0,00	0,144	290	-6,2	24600
20 ⁹⁾	Регул (α Leo)	1,35 v ?	B7V	0,24	0,003	25,6	-0,7	155

1) Сп. — α CMa B 8 m ,5 A5,M=+11 m ,4, $L=0,002$ (белый карлик).
2) Сп. — α Cen B 1 m ,5, K5, M=+5 m ,9, $L=0,34$; α Cen C 11 m , M5e
3) Сп. — α Aur H—дв. 10 m ,0 M1 и 13 m ,7, M5 2" на расст. 723" $M_1=+9m,2$ $L_1=0,016$, $M_2=+12m,9$, $L_2=0,0005$.
4) Сп. — α CMi B 10 m ,8, M=+13 m ,1, $L=0,0004$ (белый карлик).
5) Перем.
6) Сп. — α Cru B 1 m ,3, B1, M=-4 m ,2, $L=3700$.
7) Сп. — α Tau B 13 m ,6, dM2, M=+11 m ,8, $L=0,0015$.
8) Сп. — α Sco B 6 m ,8 B4, M=+3 m ,2, $L=4,1$.
9) Сп. — α Leo B 7 m ,6 K2, M=+5,6, $L=0,45$.
— α Leo C 13 m , M=+11 m , $L=0,0030$.

ТАБЛИЦА 49
Ближайшие к Солнцу звезды (до 4,00 пс)

Название	Координаты		V	Спектр	π	r, пс	μ	V _r , км/сек	M _V	L (☉=1)
	α ₁₉₅₀	δ ₁₉₅₀								
Ближайшая Кентавра *) α Кентавра А и В	14 26,3	—62°28'	^m 10,68 0,32; 1,72	M5e G2V, K5V	0,762 0,751	1,31 1,33	3,85 3,79	— —25 v	^m +15,1 +4,76; +6,16	0,000072 0,98; 0,27
	14 36,2	—60 38								
Звезда Барнарда **) Вольф № 359 *) BD +36°2147 **) Сириус А и В ***)	17 55,4	+04 33	9,54	M5V	0,545	1,83	10,30	—108	+13,22	0,00045
	10 54,1	+07 13	13,66	dM6e	0,427	2,34	4,84	+13	+16,62	0,000016
	11 00,6	+36 18	7,47	M2V	0,396	2,52	4,78	—86	+10,46	0,0056
	6 42,9	—16 39	—1,47; 8,67	A1V; A5	0,375	2,66	1,32	—8 v	+1,42; +11,55	22,4; 0,0020
	1 36,4	—18 13	12,45; 12,95	dM6e; dM6e	0,371	2,69	3,36	+29	+15,3; +15,8	0,00007; 0,00004
Лейтен 726-8 (UV Cet *)	18 46,7	—23 53	10,6	dM4e	0,340	2,93	0,67	—4	+13,3	0,00038
	23 39,4	+43 55	12,24	dM6e	0,316	3,16	1,58	—81	+14,74	0,00011
	3 30,6	—09 38	3,73	K2V	0,303	3,30	0,97	+15	+6,14	0,31
	11 45,1	+01 06	11,13	dM5	0,298	3,34	1,40	—13	+13,50	0,0003
	22 35,8	—15 36	12,58	dM6e	0,298	3,34	3,27	—60	+14,9	0,00008
Лейтен 789-6 61 Лебедя А **) и В	21 04,7	+38 30	5,19; 6,02	K5V; K7V	0,292	3,42	5,22	—64	+7,52; +8,35	0,085; 0,040
	7 36,7	+05 21	0,34; 10,7	F5IV—V; dF	0,288	3,48	1,25	—3 v	+2,67; +13,1	6,7; 0,00055
Процион А и В ***)	21 59,6	—57 00	4,73	K5V	0,285	3,50	4,67	—40	+7,00	0,14
	18 42,2	+59 33	8,90; 9,69	dM4; dM5	0,278	3,58	2,29	+1	+11,12; 11,91	0,0031; 0,0015
ε Индейца BD+59°1915 А и В	0 15,5	+43 44	8,07; 11,04	M1V; M6V	0,278	3,58	2,91	+14	+10,29; +13,26	0,0066; 0,00043
	1 41,7	—16 12	3,50	G8Vp	0,275	3,62	1,92	—17	+5,70	0,45
τ Кита CD+36°15693 BD+5°1668 CD—39°14192 Звезда Каптейна	23 02,6	—36 09	7,39	M2V	0,273	3,65	6,87	+10	+9,57	0,012
	7 24,7	+05 23	9,82	dM4	0,266	3,75	3,73	+26	+11,95	0,0014
	21 14,3	—39 04	6,72	M0I	0,255	3,90	3,46	+23	+8,75	0,025
	5 09,7	—45 00	8,8	sdM0	0,251	3,99	8,79	+242	+10,8	0,0042

*) Вспыхивающая переменная.
**) Имеет невидимого спутника.
***) Белый карлик.

Список составлен по созвездиям, расположенным в алфавитном порядке их русских названий (табл. 46 дает список созвездий в алфавитном порядке латинских названий, а табл. 52 дает звезды до $4^m,5$ в порядке прямых восхождений 1950 года).

В пределах каждого созвездия звезды расположены в порядке уменьшения блеска в системе V . Для обеспечения полноты списка до $4^m,5$ формальный предел взят $4^m,52$.

На левой странице даны: обозначения звезд (в буквенной системе Байера либо в цифровой системе Флэмстида; курсивные числа дают номера Каталога ярких звезд (BS), третье издание которого вышло в 1964 г.); прямое восхождение α эпохи 1900 года (α_{1900}), α_{1950} , для которого указаны лишь минуты (если число минут больше 60, надо прибавить час); склонение δ_{1900} , δ_{1950} , для которого указаны лишь единицы градусов и минуты; звездная величина в системе V (буква v означает переменность блеска, $v?$ — подозрение в переменности — подробности в примечаниях, $(v?)$ — заподозрена при составлении этого каталога на основании больших расхождений в оценках разных наблюдателей; спектральный класс (почти везде с указанием класса светимости в системе МК — см. стр. 131; курсивные спектры — стандарты системы МК по данным Коули и Яшеков, *ApJ* 74, № 3, 375—406, 1969); показатели цвета $U-V$, $B-V$ (по данным Джонсона, Ириарте и их сотрудников, опубликованным в 1964—1966 гг., Мендоза в 1967 и Гутьеррес в 1968 г.).

На правой странице даны: латинские названия созвездий и их трехбуквенные сокращенные обозначения, а в столбцах повторение названия звезды; показатели цвета $V-R$ и $V-I$; параллакс в тысячных долях секунды дуги (если известно, то с указанием вероятной ошибки); μ_α и μ_δ также в тысячных долях секунды дуги; лучевая скорость (буква v означает переменную V_r , $v?$ — заподозренную в переменности; для 28 звезд, рекомендуемых МАС в качестве стандартных при установлении шкалы лучевых скоростей, указаны ошибки и *); галактические координаты l и b (в новой системе) и № примечания в конце списка.

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U-V$	$B-V$
Андромеда								
β	h m	m			m		m	m
α	1 04,1	06,9	+35°05'	5°21'	2,05	M0III	3,53	1,57
$\gamma^{1,2}$	0 03,2	05,8	+28 32	8 49	2,06	B8pIII	-0,58	-0,11
δ	1 57,8	60,8	+41 51	2 05	2,10	K3II+A	2,13	1,21
51	0 34,0	36,6	+30 19	0 35	3,28	K3III	2,76	1,28
o	1 31,9	34,9	+48 07	8 23	3,57	K3III	2,72	1,28
λ	22 57,3	59,6	+41 47	2 03	3,62	B6p	-0,62	-0,09
μ	23 32,7	35,1	+45 55	6 11	3,82	G8III—IV	1,72	1,02
ζ	0 51,2	54,0	+37 57	8 14	3,87	A5V	0,27	0,12
ν	0 42,0	44,7	+23 43	4 00	4,06 ν	K1II	1,99	1,12
κ	1 30,7	33,9	+40 54	1 09	4,10	F8V	0,60	0,54
ϕ	23 35,5	37,9	+43 47	4 03	4,14	B9IVn	-0,32	-0,08
ι	1 03,7	06,6	+46 43	6 59	4,25	B7V	-0,41	-0,07
π	23 33,2	35,7	+42 43	2 59	4,29 $\nu?$	B8V	-0,39	-0,11
ϵ	0 31,5	34,2	+33 10	3 27	4,36	B5V	-0,71	-0,16
η	0 33,3	35,9	+28 46	9 02	4,38	G8IIp	1,34	0,87
σ	0 51,9	54,2	+22 53	3 09	4,42	G8III—IV	1,66	0,94
	0 13,1	15,7	+36 14	6 30	4,52 $\nu?$	A2V	0,12	0,05
Близнецы								
β	07 39,2	42,3	+28 16	8 09	1,14 $\nu?$	K0III	1,86	1,00
$\alpha^{1,2}$	07 28,2	31,4	+32 06	2 00	1,58	A1V+A1m	0,05	0,04
γ	06 31,9	34,8	+16 29	6 27	1,92	A1IV	0,05	0,00
μ	06 16,9	19,9	+22 34	2 32	2,87	M3III	3,50	1,64
ϵ	06 37,8	40,9	+25 14	5 11	2,98	G8Ib	2,86	1,40
η	06 08,8	11,9	+22 32	2 31	3,28	M3III	3,27	1,61
ξ	06 39,7	42,5	+13 00	2 57	3,36 $\nu?$	F5IV	0,49	0,43
δ	07 14,2	17,1	+22 10	2 05	3,53	F0IV	0,38	0,34
κ	07 38,4	41,4	+24 38	4 31	3,57 $\nu?$	G8III	1,62	0,92
λ	07 12,3	15,2	+16 43	6 38	3,58	A3V	0,21	0,12
θ	06 46,2	49,5	+34 05	4 01	3,60	A3III	0,24	0,10
ζ	06 58,2	61,1	+20 43	0 39	3,7 ν	F7Ib	1,74	0,97
ι	07 19,5	22,6	+28 00	7 54	3,79	K0III	1,88	1,04
ν	07 29,8	32,8	+27 07	7 01	4,06	K5III	3,48	1,54
ν	06 23,0	26,0	+20 17	0 15	4,14	B7IV	-0,63	-0,14
1	05 58,0	61,1	+23 16	3 16	4,15	gG5	1,39	0,87
ρ	07 22,7	25,9	+31 59	1 53	4,18	F0V	0,30	0,32
σ	07 37,1	40,2	+29 08	9 00	4,29 $\nu?$	K1III	2,09	1,12
τ	07 04,8	08,0	+30 24	0 20	4,40 $\nu?$	K2III	2,66	1,26
30	06 38,4	41,2	+13 20	3 17	4,49	K1III	2,33	1,16
Большая Медведица								
ϵ	12 49,6	51,8	+56 30	6 14	1,77 ν	A0pV	-0,01	-0,02
α	10 57,6	60,7	+62 17	2 01	1,79 $\nu?$	K0III	1,99	1,07
η	13 43,3	45,6	+49 49	9 34	1,86 $\nu?$	B3V	-0,87	-0,19
ζ^A	13 19,9	21,9	+55 27	5 11	2,06 $\nu?$	A2V+A2V	0,05	0,02
β	10 55,8	58,8	+56 55	6 39	2,37 $\nu?$	A1V	-0,02	-0,02
γ	11 48,6	51,2	+54 15	3 58	2,44 $\nu?$	A0V	0,03	0,00
ψ	11 04,0	06,9	+45 02	4 46	3,01	K1III	2,26	1,14
μ	10 16,4	19,4	+42 00	1 45	3,05 $\nu?$	M0III	3,48	1,59
ι	08 52,4	55,8	+48 26	8 14	3,14 $\nu?$	A7V	0,26	0,19
θ	09 26,2	29,5	+52 08	1 54	3,18	F6IV	0,49	0,46

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Приме- чание
(Andromeda, And)									
β	m 1,24	m 2,24	43	+177	-113	+0	127°	-27°	1
α	-0,03	-0,13	24	+134	-161	-12 v	112	-33	2
$\gamma^{1,2}$	0,94	1,62	5	+42	-51	-13	137	-19	3
δ	0,92	1,58	24	+133	-90	-7 v	120	-32	4
51	0,96	1,61	21	+63	-112	+16	131	-14	
o	0,01	-0,07	7±5	+22	-2	-14 v	102	-16	5
λ	0,78	1,35	43±6	+158	-421	+6,8 v	110	-15	6
μ	0,15	0,23	32	+152	-34	+8	124	-24	7
ζ	0,85	1,44	32	-104	-80	-24 v	122	-39	8
ν	0,46	0,75	62	-175	-378	-28	132	-21	
κ	-0,01	-0,08	12±7	+79	-19	-9	110	-17	9
φ	0,03	-0,02	7	+6	-8	-0 v ?	126	-16	10
ι	0,00	-0,09	5±7	+25	+0	-0,5 v	92	-53	11
π	-0,04	-0,16	7	+13	-6	+9 v	119	-29	12
ϵ	0,68	1,19	31	-232	-249	-84	120	-33	
η	0,73	1,21	2	-37	-40	-10 v	125	-39	13
σ	0,08	0,08	15	-65	-36	-8 v	116	-26	14
(Gemini, Gem)									
β	0,75	1,25	93±5	-623	-052	+3,6±0,1*	192	+23	15
$\alpha^{1,2}$	0,06	0,05	72±4	-165	-110	+6	187	+22	16
γ	0,06	0,05	31	+047	-046	-13	197	+4	17
μ	1,57	2,95	21	+060	-114	+54,8	190	+4	18
ϵ	0,96	1,57	9	0	-16	+99	190	+10	19
η	1,49	2,80	13	-64	-15	+19	189	+2	20
ζ	0,39	0,62	51	-111	-195	+25	201	+4	21
δ	0,35	0,54	59±5	-19	-15	+3	196	+16	22
κ	0,71	1,16	25±6	-27	-54	+22	196	+22	23
λ	0,12	0,17	41±5	-43	-43	-9	221	+13	24
θ	0,10	0,18	21	+5	-53	+20 v	182	+15	25
ζ	0,73	1,17	4	-4	-3	+7 v	196	+12	26
ι	0,77	1,27	+31±6	-117	-89	+8	191	+19	
ν	1,24	2,15	12±6	-33	-109	-21	193	+21	
ν	-0,03	-0,14	13	-3	-18	+39	192	+4	27
ι	0,68	1,13	26	-7	-105	+20 v	187	+1	28
ρ	0,32	0,51	+59±6	+154	+154	-6	187	+21	29
σ	0,92	1,50	17±6	+70	-235	+46 v	191	+23	30
τ	0,96	1,59	5±6	-26	-48	+22	187	+17	31
30	0,86	1,46	+4±5	-1	-62	+136	200	+4	32
(Ursa Major, UMa)									
ϵ	-0,02	-0,05	8±10	+113	-11	-9 v	122	+61	33
α	0,81	1,39	31±5	-119	-70	-9 v	143	+51	34
η	-0,12	-0,30	4±12	-122	-18	-10,8	101	+65	35
ζ^A	-0,04	-0,06	37±6	+124	-28	-90	113	+62	36
β	0,06	0,02	42±6	+83	+29	-12 v	149	+55	37
γ	0,00	-0,04	20±6	+93	+4	-13	141	+61	38
ψ	0,84	1,41	35	-63	-35	-4	166	+63	
μ	1,28	2,24	31±6	-82	+25	-20	178	+56	39
ι	0,22	0,29	66±6	-442	-243	+12 v	171	+41	40
θ	0,44	0,71	52±6	-950	-542	+15	165	+46	41

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	U—V	B—V
	^h ^m	^m			^m		^m	^m
δ	12 10,5	13,0	+57°35'	7°19'	3,31 <i>v?</i>	A3V	0,15	0,08
σ	08 22,0	26,1	+61 03	0 53	3,36 <i>v?</i>	G5II—III	1,37	0,85
λ	10 11,1	14,1	+43 25	3 10	3,45	A2IV	0,09	0,03
ν	11 13,1	15,8	+33 38	3 22	3,48	K3III	2,95	1,40
κ	08 56,8	60,2	+47 33	7 21	3,60	A1Vn	0,01	0,00
h	09 23,7	27,6	+63 30	3 17	3,67 <i>v?</i>	F0IV	0,43	0,33
χ	11 40,8	43,4	+48 20	8 03	3,72 <i>v?</i>	K0III	2,34	1,18
ξ	11 12,9	15,5	+32 06	1 49	3,79	G0V	0,64	0,59
υ	09 43,9	47,5	+59 31	9 16	3,81	F2IV	0,38	0,29
ζ^B	13 19,9	21,9	+55 27	5 11	3,95 <i>v?</i>	A1m	0,22	0,13
ι^0	08 54,2	57,4	+42 11	1 59	3,97	F5V	0,49	0,43
g	13 21,2	23,2	+55 31	5 15	4,02 <i>v?</i>	A5V	0,24	0,16
f	09 01,8	05,4	+52 00	1 48	4,48	A1m	0,39	0,27
26	09 28,0	31,6	+52 30	2 16	4,51	A2V	0,04	0,00

Большой Пес

α	06 40,8	42,9	—16 35	6 39	—1,46	A1V	—0,05	0,00
ε	06 54,7	56,7	—28 50	8 54	1,50	B2II	—1,14	—0,21
δ	07 04,3	06,4	—26 14	6 19	1,48 <i>v?</i>	F8Ia	1,21	0,67
β	06 18,3	20,5	—17 54	7 56	1,97 <i>v</i>	B1 II-III	—1,20	—0,24
η	07 20,1	22,1	—29 06	9 12	2,44	B5Ia	—0,80	—0,09
σ^2	06 58,8	61,1	—23 41	3 46	3,01	B3Ia	—0,88	—0,08
ζ	06 16,5	18,4	—30 01	0 02	3,02	B 2,5V	—0,90	—0,18
σ	06 57,7	59,7	—27 47	7 52	3,43 <i>v?</i>	M0Iab	3,59	1,72
ω	07 10,8	12,8	—26 36	6 41	3,82 <i>v?</i>	B3Ve	—0,92	—0,18
ν^2	06 32,3	34,5	—19 10	9 13	3,92 <i>v?</i>	K1IV	2,04	1,05
σ^1	06 50,0	52,1	—24 04	4 07	3,92 <i>v?</i>	K3Iab	3,71	1,71
κ	06 46,1	48,0	—32 24	2 27	3,95 <i>v?</i>	B2 Ve	—1,16	—0,23
θ	06 49,6	51,9	—11 55	1 58	4,08	K4 III	3,12	1,43
γ	06 59,2	61,5	—15 29	5 33	4,12	B8II	—0,59	—0,11
EW	07 10,2	12,2	—26 11	6 16	4,3 <i>v</i>	B4Vpe + B8	—1,09	—0,20
ξ^1	06 27,7	29,8	—23 21	3 23	4,33 <i>v</i>	B0,5 IV	—1,22	—0,24
ι	06 51,7	53,9	—16 55	6 59	4,37 <i>v?</i>	B3II	—0,76	—0,06
τ	07 14,6	16,6	—24 46	4 52	4,40 <i>v?</i>	O9III	—1,14	—0,15
ν^3	06 33,5	35,7	—18 09	8 12	4,42	K1 II-III	2,19	1,15
λ	06 24,5	26,3	—32 31	2 33	4,48	B4V	—0,78	—0,17
UW	07 14,5	16,6	—24 23	4 28	4,5 <i>v</i>	O7 f	—1,15	—0,15

Весы

β	15 11,6	14,3	—09 01	9 12	2,61	B8 V	—0,48	—0,11
α^2	14 45,3	48,1	—15 38	5 50	2,75 <i>v?</i>	A3 IV	0,24	0,15
σ	14 58,2	61,1	—24 53	5 05	3,27 <i>v?</i>	M4 III	3,63	1,69
υ	15 31,0	34,0	—27 48	7 58	3,57	K3 III	2,98	1,39
τ	15 32,5	35,6	—29 27	9 37	3,65	B2,5 V	—0,87	—0,18
γ	15 29,9	32,7	—14 27	4 37	3,91	G8 III—IV	1,76	1,02
θ	15 48,1	51,0	—16 26	6 35	4,16	K0 III—IV	1,83	1,01
16	14 52,0	54,6	—03 56	4 09	4,49	F0 IV	0,36	0,32

Водолей

β	21 26,3	28,9	—06 01	5 48	2,87	G0 Ib	1,41	0,84
α	22 00,7	03,2	—00 48	0 34	2,93	G2 Ib	1,74	0,97
δ	22 49,3	52,0	—16 21	6 05	3,28	A3 V	0,13	0,05

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Приме- чание
δ	m 0,06	m 0,06	52 ± 5	+106	+ 3	-13	133°	+59°	42
σ	0,69	1,11	4 ± 6	-129	-113	+20 v	156	+35	43
λ	0,08	0,07	31	-164	-45	+18	176	+55	
ν	1,06	1,76	13 ± 7	-25	+21	-9	191	+69	44
κ	0,07	0,08	10 ± 6	-31	-62	+4	173	+42	45
h	0,34	0,52	34 ± 6	+110	+24	-10	151	+42	46
χ	0,88	1,48	14 ± 6	-138	+19	-8	150	+66	47
ξ	0,54	0,88	127 ± 6	-431	-593	-16 v	195	+69	48
u	0,34	0,50	36 ± 5	-292	-158	+31	154	+46	49
ζ^B	0,13	0,18	37 ± 7	+119	-24	-9 v	113	+62	50
10	0,40	0,62	70 ± 5	-436	-255	+26,4	180	+41	51
g	0,17	0,24	37 ± 7	+119	-24	-8 v	113	+61	52
f	0,27	0,38	33	-134	-42	-0	167	+42	
26	0,09	0,10	21 ± 7	-64	-42	+23	165	+46	

(Canis Major, CMa)

α	0,00	-0,03	375	-537	-1210	-8 v	227	-9	53
ε	-0,09	-0,30	1 dyn	+3	-3	+27	240	-11	54
δ	0,51	0,84	3	-4	+3	+34 v	238	-8	55
β	-0,14	-0,38	14	-4	-1	+34 v	226	-14	56
η	0,07	0,01	12	-7	+4	+41	243	-6	
σ^2	0,01	-0,08	7	0	0	+48	236	-8	
ζ	-0,05	-0,23	13	+3	+2	+32 v	238	-19	57
σ	1,32	2,32	17	-3	0	+21,5	239	-10	58
ω	0,02	-0,08	8	-9	+3	+26	239	-7	59
ν^2	0,79	1,30	52	+64	-76	+3	229	-12	60
σ^1	1,17	1,99	2	-8	+10	+36,3	235	-10	61
κ	-0,10	-0,30	6	-9	+4	+14	242	-14	62
θ	1,13	1,91	21	-139	-18	+97,3	224	-5	
γ	-0,01	-0,11	10	+3	-8	+30 v	228	-4	
EW	0,01	-0,08	5	-11	+4	+0 v	239	-7	63
ξ^1	-0,12	-0,39	2	-4	+10	+27 v	232	-15	64
ι	0,05	-0,02	2	-3	+10	+41	229	-7	65
τ	-0,04	-0,22	1	-10	+7	+40	238	-6	66
ν^3	0,86	1,46	7 ± 10	-9	-7	-1,5	228	-11	
λ	-0,06	-0,22	7	-24	+23	+41	241	-19	
UW	-0,00	-0,13	1	-7	-3	-11 v	238	-5	67

(Libra, Lib)

β	-0,04	-0,14	22	-98	-26	-35	352	-39	68
α^2	0,14	0,18	49 ± 7	-107	-74	-10 v	340	+38	69
σ	1,59	2,82	56 ± 13	-73	-52	-4,3	337	+29	70
u	1,00	1,71	37 ± 7	-8	-6	-24,9	342	+22	71
τ	0,11	-0,30	17	-17	-38	+1 v	341	+20	
γ	0,71	1,26	33 ± 11	+64	-2	-27,5	352	+32	72
θ	0,72	1,24	30 ± 9	+98	+126	+3,4	354	+28	
16	0,32	0,49	40 ± 5	-103	-161	+21,6	352	+46	

(Aquarius, Aqr)

β	0,61	1,02	3	+16	-6	+5,52*	48	-38	73
α	0,66	1,13	3 ± 5	+15	-5	+7,5	60	-42	74
δ	0,07	0,11	39 ± 7	-42	-21	+18	50	-61	

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
	^h ^m	^m			^m		^m	^m
c ²	23 04,1	06,8	—21°43′	1°27′	3,64	K2 II	2,45	1,23
ξ ^{1,2}	22 23,7	26,3	—00 32	0 17	3,66	F2 IV	0,37	0,38
ε	20 42,3	45,0	—09 52	9 41	3,77	A2 V	0,02	0,00
λ	22 47,4	50,0	—08 07	7 51	3,79 <i>v?</i>	M2III	3,41	1,65
γ	22 16,5	19,1	—01 53	1 38	3,84 <i>v?</i>	A9III	—0,19	—0,06
b ¹	23 17,7	20,3	—20 39	0 22	3,98	K0III	2,05	1,10
τ ²	22 44,3	46,9	—14 07	3 51	3,98 <i>v?</i>	M0III	3,53	1,59
η	22 30,2	32,8	—00 38	0 23	4,00	B8V	—0,38	—0,10
θ	22 11,5	14,2	—08 17	8 02	4,15	G8III—IV	1,79	0,99
φ	23 09,1	11,7	—06 35	6 19	4,22	M2III	3,42	1,55
ι	22 01,0	03,7	—14 21	4 07	4,25	B8V	—0,34	—0,07
ψ ¹	23 10,7	13,3	—09 38	9 22	4,25	K0III	2,12	1,11
b ²	23 20,8	23,4	—21 11	0 55	4,40	K5III	3,27	1,47
ψ ²	23 12,7	15,3	—09 44	9 27	4,40	B5V	—0,68	—0,14
k	20 42,5	45,1	—05 24	5 13	4,44 <i>v?</i>	M3III	3,60	1,67
c ¹	23 01,3	04,0	—24 17	4 01	4,48	gG9	1,49	0,90
ω ²	23 37,5	40,1	—15 06	4 49	4,51	B 9,5V	—0,17	—0,04
v	21 04,2	06,9	—11 47	1 35	4,52	G8III	1,61	0,94

Возничий

α	05 09,3	13,0	+45 54	5 57	0,08 <i>v?</i>	G8III: + F	1,25	0,80
β	05 52,2	55,9	+44 56	4 57	1,90 <i>v</i>	A2V	0,07	0,03
θ	05 52,9	56,3	+37 12	7 13	2,65 <i>v?</i>	B9,5pV	—0,24	—0,08
ι	04 50,5	53,7	+33 00	3 05	2,69 <i>v?</i>	K3II	3,31	1,53
ε	04 54,8	58,4	+43 41	3 45	2,99 <i>v</i>	F0Iap	0,87	0,54
η	04 59,5	63,0	+41 06	1 10	3,18 <i>v?</i>	B3V	—0,85	—0,18
δ	05 51,3	55,4	+54 17	4 17	3,72	K0III	1,90	0,99
ζ	04 55,5	59,0	+40 56	1 00	3,75 <i>v</i>	K5II + B	1,60	1,22
ν	05 44,5	48,0	+39 07	9 08	3,97	K0III	2,23	1,13
π	05 52,5	56,2	+45 56	5 56	4,25 <i>v?</i>	M3,5II	3,55	1,72
κ	06 09,0	12,2	+29 32	9 31	4,35 <i>v?</i>	G8III	1,82	1,01
τ	05 42,2	45,7	+39 09	9 10	4,50	G8III	1,64	0,95

Волк

α	14 35,3	38,6	—46 58	7 10	2,30 <i>v</i>	B1III	—1,08	—0,20
β	14 52,0	55,2	—42 44	2 56	2,68	B2IV	—1,07	—0,22
γ	15 28,5	31,8	—40 50	1 00	2,78	B2Vn	—1,02	—0,20
δ	15 14,8	18,1	—40 17	0 28	3,22 <i>v?</i>	B2IV	—1,09	—0,22
ε	15 15,9	19,3	—44 20	4 31	3,37	B3IV	—0,91	—0,18
ζ	15 05,1	08,7	—51 43	1 55	3,40	G8III	—	0,92
η	15 53,5	56,8	—38 07	8 15	3,41	B2V	—1,06	—0,22
ι	14 13,0	16,2	—45 36	5 50	3,55 <i>v?</i>	B3IV	—0,90	—0,18
φ ¹	15 17,5	18,6	—35 54	6 05	3,56	K5III	3,41	1,54
κ ¹	15 05,0	08,4	—48 21	8 33	3,87	B9V	—0,14	—0,05
π	14 58,3	61,7	—46 40	6 51	3,89	B5IV	—0,72	—0,14
χ	15 44,6	47,8	—33 19	3 29	3,95	A0III—IV	—0,18	—0,04
λ	15 02,1	05,5	—44 54	5 05	4,05	B3V	—0,86	—0,18
ρ	14 31,2	34,5	—48 59	9 13	4,05 <i>v?</i>	B5V	—0,71	—0,15
θ	16 00,0	03,3	—36 32	6 40	4,23	B2Vn	—0,86	—0,18
μ	15 11,6	15,0	—47 30	7 42	4,27	B8n	—0,46	—0,09
ο	14 45,1	48,4	—43 10	3 22	4,33	B6III:	—0,75	—0,14

*	$V - R$	$V - I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
	m	m							
ϵ^2	0,84	1,44	5 ± 10	+53	+37	+21,1	42°	-66°	
$\zeta^{1,2}$	0,39	0,62	13 ± 5	+204	+46	+25	65	-46	75
ϵ	0,07	0,07	15 ± 5	+28	-33	-16 v ?	38	-30	
λ	1,42	2,61	12 ± 5	+4	+40	-8,8	62	-56	76
γ	0,04	0,00	40 ± 4	+126	+11	-15 v	62	-46	77
b^1	0,82	1,42	29 ± 9	-128	-92	-6,5	47	-69	
τ^2	1,19	2,14	11 ± 8	-17	-34	+1,0	52	-59	78
η	-0,06	-0,13	17 ± 6	+87	-52	-8	67	-48	
θ	0,70	1,18	17 ± 5	+114	-18	-14,7	53	-49	
φ	1,28	2,36	7 ± 5	+33	-192	-0,4	71	-59	
ι	-0,05	-0,14	13	+38	-55	-10 v	43	-49	79
ψ^1	0,79	1,35	43	+369	-11	-25	67	-61	80
b^2	1,12	1,94	2 ± 10	-55	-56	+15,7	47	-69	
ψ^2	-0,07	-0,20	8	+15	-7	-6 v ?	68	-62	
k	1,47	2,78	4 ± 5	-6	-39	-22	42	-28	81
c^1	0,71	1,20	20 ± 6	+63	-2	+15,2	35	-66	82
ω^2	0,02	-0,03	35 ± 9	+93	-64	3 v	68	-70	83
v	0,69	1,15	14 ± 5	+91	-12	-12	38	-36	
(Auriga, Aur)									
α	0,60	1,04	73	+83	-427	+30 v	163	+5	84
β	0,08	0,07	37	-51	-4	-18,2	167	+10	85
θ	0,00	-0,06	18	+51	-83	+29,3	174	+7	86
ι	1,06	1,88	15	+8	-19	+18	171	-6	87
ϵ	0,52	0,97	4	+3	-7	-3 v	163	+1	88
η	-0,05	0,22	13	+29	-71	+7	165	+0	89
δ	0,77	1,27	20	+85	-128	+8,2	159	+15	
ζ	1,13	2,00	2	+15	-23	+12,8	165	-0	90
v	0,82	1,38	17	0	+8	+9,7	172	+6	91
π	1,69	3,17	3	+3	-9	+1	167	+11	92
κ	0,80	1,34	16	-67	-264	+20,3	183	+6	93
τ	—	—	4	-22	-25	-20	172	+6	
(Lupus, Lup)									
α	-0,09	-0,26	9	-21	-26	+7,3 v	322	+11	94
β	-0,10	-0,27	12	-46	-48	-0,3 v	326	+14	
γ	-0,14	-0,38	8 dyn	-16	-33	+6 v	333	+12	95
δ	-0,11	-0,33	12	-15	-28	+2	331	+14	96
ϵ	-0,11	-0,27	9 dyn	-22	-19	+4 v	329	+10	97
ζ	—	—	36 ± 9	-113	-74	-9,7	324	+5	98
η	-0,14	-0,35	8 dyn	-22	-36	+7	339	+11	99
ι	-0,10	-0,24	7	-16	-6	+22	318	+14	100
φ^1	1,19	2,06	8 ± 10	-93	-69	-29,4	334	+17	101
κ^1	-0,05	-0,06	21	-92	-59	+3	325	+8	102
π	-0,10	-0,21	9 dyn	-24	-25	+17 v	325	+10	103
χ	-0,02	-0,09	12	-14	-36	-18 v	341	+16	104
λ	-0,08	0,23	12 dyn	-19	-26	+18 v	327	+11	105
ρ	-0,09	-0,20	14	-34	-25	+14,3	320	+10	106
θ	-0,10	-0,27	5	-19	-37	+14,6	341	+11	
μ	-0,02	-0,06	13 dyn	-29	-44	+14,8	327	+8	107
o	-0,05	-0,16	14	-22	-33	+7,4	325	+14	108

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
	h m	m			m			m
2	15 11,8	14,8	—29°47'	9°58'	4,33 $v?$	gK0	2,17	1,10
ω^1	15 31,3	34,7	—42 14	2 24	4,33	K4,5III	3,15	1,43
τ^2	14 19,8	23,0	—44 56	5 09	4,35	dF7	0,61	0,43
σ	14 25,9	29,2	—50 01	0 14	4,41	B2III	—1,03	—0,20
Волопас								
α	14 11,1	13,4	+19 42	9 27	—0,05 $v?$	K2IIp	2,51	1,23
ε	14 40,6	42,8	+27 30	7 17	2,37	K0II — III+ +A2V	1,70	0,97
η	13 49,9	52,3	+18 54	8 39	2,68	G0IV	0,78	0,58
γ	14 28,0	30,1	+38 45	8 32	3,02 v	A7III	0,31	0,19
δ	15 11,5	13,5	+33 41	3 30	3,49 $v?$	G8III	1,63	0,95
β	14 58,2	60,1	+40 47	0 35	3,50 $v?$	G8III	1,68	0,97
ρ	14 27,5	29,7	+30 49	0 35	3,59 $v?$	K3III	2,74	1,30
ζ	14 36,4	38,8	+14 09	3 56	3,78 $v?$	A2III	0,10	0,05
θ	14 21,8	23,5	+52 19	2 05	4,06 $v?$	F7V	0,51	0,50
ν	13 44,6	47,1	+16 18	6 03	4,07 $v?$	K5III	3,39	1,52
λ	14 12,6	14,5	+46 33	6 19	4,18 $v?$	A0p	0,13	0,08
μ^1	15 20,7	22,6	+37 44	7 33	4,32 $v?$	F0IV	0,37	0,31
σ	15 30,3	32,5	+30 11	9 58	4,47 $v?$	F2V	0,29	0,37
τ	13 42,5	44,9	+17 57	7 42	4,50 $v?$	F7V	0,53	0,48
Волосы Вероники								
β	13 07,2	09,5	+28 23	8 08	4,26	G0V	0,66	0,58
γ	12 22,0	24,4	+28 49	8 33	4,37	K1III—IV	2,28	1,13
Ворон								
γ	12 10,7	13,2	—16 59	7 16	2,58 $v?$	B8III	—0,46	—0,11
β	12 29,1	31,8	—22 51	3 07	2,64 $v?$	G5III	1,53	0,88
δ	12 24,7	27,3	—15 58	6 14	2,94 $v?$	B9Vn	—0,14	—0,05
ε	12 05,0	07,5	—22 04	2 20	2,98 $v?$	K2III	2,81	1,34
α	12 03,2	05,8	—24 10	4 27	4,02	F2V	0,30	0,32
η	12 26,9	29,5	—15 39	5 55	4,32 $v?$	F0IV	0,39	0,37
Геркулес								
β	16 25,9	28,1	+21 42	1 36	2,74 $v?$	G8III	1,61	0,91
ζ	16 37,5	39,4	+31 47	1 42	2,81 $v?$	G0IV	0,86	0,65
α^1	17 10,1	12,4	+14 30	4 27	3,06 v	M5II+G5III	2,46	1,45
δ	17 10,9	13,0	+24 57	4 54	3,13 v	A3Vn	0,16	0,08
π	17 11,6	13,3	+36 55	6 52	3,16 $v?$	K3II	3,10	1,44
μ	17 42,6	44,5	+27 47	7 45	3,42	G5IV	1,14	0,75
η	16 39,5	41,2	+39 07	9 01	3,50	G7III—IV	1,53	0,92
ξ	17 53,9	55,8	+29 16	9 15	3,70 $v?$	K0III	1,64	0,94
γ	16 17,5	19,7	+19 23	9 16	3,76 $v?$	A9III	0,46	0,27
ι	17 36,6	38,1	+46 04	6 02	3,80 $v?$	B3V	—0,87	—0,18
$\omicron$	18 03,6	05,6	+28 45	8 45	3,83 v	B9,5V	—0,09	—0,02
109	18 19,4	21,6	+21 43	1 45	3,84 $v?$	K2III	2,34	1,18
θ	17 52,8	54,5	+37 16	7 15	3,87 $v?$	K1II	2,81	1,35
τ	16 16,7	18,2	+46 33	6 26	3,90	B5IV	—0,72	—0,15
ε	16 56,5	58,4	+31 04	1 00	3,92	A0V	—0,12	—0,01
ρ	17 20,2	22,0	+37 14	7 11	4,17	A0V+B9	—0,05	0,00

	$V - R$	$V - I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
2	m 0,81	m 1,37	12 ± 9	-12	-15	-4	337°	+23°	109
ω^1	1,03	1,76	10 ± 9	-146	+55	-6,4	333	+10	110
τ^2	0,41	0,76	-3 ± 9	+13	-16	-1,2 v	320	+14	111
σ	—	—	—	-44	-17	-2 v ?	319	+9	
(Bootes, Boo)									
α	0,97	1,62	90	-1098	-2003	$-5,3 \pm \pm 0,1^*$	15	+69	112
ε	0,75	1,27	13 ± 7	-49	+14	-16,5	39	+65	113
η	0,44	0,73	102	-63	-365	-0,1 v	5	+73	114
γ	0,14	0,22	16 ± 5	-115	+146	-36	67	+66	115
δ	0,73	1,24	28 ± 6	+85	-121	-12,2	53	+58	116
β	0,65	1,09	22 ± 7	-44	-39	-19,9	68	+60	117
ρ	0,92	1,57	25 ± 6	-101	+115	-13,7 v	47	+68	118
ζ	0,02	0,01	7 ± 13	+52	-26	-4,6	11	+61	119
θ	0,42	0,67	67 ± 6	-238	-404	-10,9	94	+60	120
υ	1,20	2,07	10 ± 6	-95	+34	-6	356	+72	121
λ	0,02	0,05	43 ± 7	-184	+154	-8,1	87	+65	122
μ^1	0,30	0,45	30 ± 6	-147	+80	-9,5	60	+56	123
σ	0,34	0,53	63	+187	+124	+02	46	+67	124
τ	0,41	0,65	56 ± 6	-483	+29	-16	359	+74	125
(Coma Berenices, Com)									
β	0,49	0,79	120	-799	+876	+6	43	+85	
γ	0,83	1,35	2 ± 7	-84	-88	+4	200	+84	
(Corvus, Crv)									
γ	-0,04	-0,13	24	-162	+15	-4 v	291	+45	126
β	0,61	1,05	27 ± 7	+4	-59	$-7,0 \pm 0,0^*$	298	+39	127
δ	-0,05	-0,09	18 ± 5	-210	-145	+9	295	+46	128
ε	0,93	1,57	20 ± 7	-69	+7	+5	291	+39	129
α	0,30	0,48	53 ± 10	+83	-48	+4	291	+37	
η	0,38	0,56	44 ± 7	-428	-67	-4 v	296	+46	130
(Hercules, Her)									
β	0,61	1,07	17 ± 5	-103	-22	-25,5 v	39	+40	131
ζ	0,51	0,83	110	-470	+385	-69,9 v	53	+40	132
α^1	2,10	4,24	6	-10	+30	$-32,5 \pm \pm 0,0^*$	36	+28	133
δ	0,05	0,08	34	-24	-162	-41	47	+31	134
π	0,96	1,68	20 ± 6	-29	-1	-25,7	61	+34	135
μ	0,53	0,91	108	-313	-748	-15,6	52	+26	136
η	0,67	1,15	53 ± 6	+35	-90	+8,3	62	+41	
ξ	0,69	1,15	18 ± 7	+85	-19	-1,5	55	+24	137
γ	0,29	0,43	15 ± 8	-48	+39	-35,3 v	35	+41	138
ι	-0,10	-0,27	2 ± 5	-7	0	-20 v	72	+31	139
$\omicron$	0,03	0,03	13	0	+7	-29,5	55	+22	140
109	0,85	1,45	16 ± 7	+194	-250	-57,5	50	+16	141
θ	0,90	1,53	8	+4	+2	-27,2	63	+26	142
τ	-0,09	-0,26	27 ± 12	-13	+32	-13,8	72	+45	143
ε	-0,01	-0,05	22 ± 5	-50	+22	-25,1 v	53	+36	144
ρ	0,02	0,01	12	-44	-2	-21,0	61	+33	145

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
	^h ^m	^m			^m		^m	^m
110	18 41,4	43,5	+20°27'	0°30'	4,19 <i>v</i> ?	F6V	0,48	0,46
σ	16 30,9	32,5	+42 39	2 32	4,20 <i>v</i> ?	A0Vn	—0,11	—0,01
φ	16 05,6	07,2	+45 12	5 04	4,27 <i>v</i> ?	B9p	—0,35	—0,07
95	17 57,3	59,4	+21 36	1 36	4,30 <i>v</i> ?	A7IIIn	0,64	0,38
102	18 04,5	06,6	+20 48	0 48	4,35	B2V	—0,96	—0,15
111	18 42,6	44,8	+18 04	8 07	4,36	A3V	0,20	0,12
λ	17 26,7	28,7	+26 11	6 09	4,41 <i>v</i> ?	K4III	3,12	1,44
ν	17 54,7	56,6	+30 12	0 12	4,41 <i>v</i> ?	F2II	0,54	0,39
Гидра								
α	9 22,7	25,1	—08 14	8 26	1,97 <i>v</i> ?	K3IIIa	3,17	1,45
γ	13 13,5	16,2	—22 39	2 54	3,00 <i>v</i> ?	G8III	1,58	0,92
ζ	8 50,1	52,8	+6 20	6 08	3,10	K0II—III	1,82	1,00
ν	10 44,7	47,2	—15 40	5 56	3,11	K2III	2,51	1,24
π	14 00,7	03,5	—26 12	6 27	3,28	K2III	2,16	1,12
ϵ	8 41,5	44,1	+6 47	6 36	3,38	G0III—IV+ +dF7	1,05	0,68
R	13 24,2	27,0	—22 46	3 01	3,5 <i>v</i>	gM7ve	2,29	1,61
ξ	11 28,1	30,5	—31 18	1 35	3,54	G7III	1,63	0,93
λ	10 05,7	08,2	—11 52	2 06	3,61	K0III	1,92	1,00
μ	10 21,2	23,7	—16 20	6 35	3,79	K5III	3,30	1,48
θ	9 09,2	11,8	+02 44	2 32	3,88 <i>v</i> ?	B9,5Vp	—0,19	—0,07
ι	9 34,8	37,3	—00 41	0 55	3,91 <i>v</i> ?	K3III	2,77	1,32
ν^1	9 46,7	49,1	—14 23	4 37	4,11	G8III	1,57	0,92
δ	8 32,4	35,0	+06 03	5 53	4,14	A1Vn	0,02	—0,00
β	11 47,8	50,4	—33 21	3 38	4,28	B9IV	—0,43	—0,10
η	8 38,0	40,6	+3 45	3 35	4,30 <i>v</i> ?	B3V	—0,94	—0,20
D	8 41,6	44,0	—13 11	3 22	4,32	G8III	1,54	0,90
ρ	8 43,1	45,8	+6 12	6 01	4,37	A0Vn	—0,10	—0,05
E	14 44,4	47,3	—27 33	7 45	4,41	gK4	2,87	1,40
σ	8 33,5	36,1	+03 42	3 31	4,43	K2III	2,48	1,20
Голубь								
α	5 36,0	37,8	—34 08	4 06	2,64 <i>v</i> ?	B8Ve	—0,59	—0,12
β	5 47,4	49,2	—35 48	5 47	3,12	K2III	2,37	1,16
δ	6 18,5	20,3	—33 23	3 25	3,85	gG4	1,40	0,88
ϵ	5 27,7	29,4	—35 33	5 30	3,87	gK1	2,22	1,14
η	5 56,1	57,6	—42 49	2 49	3,96	K0III	2,22	1,14
γ	5 54,0	55,8	—35 18	5 17	4,36	B3IV	—0,84	—0,18
κ	6 13,0	14,8	—35 06	5 07	4,37 <i>v</i> ?	G8III	1,83	1,00
Гончие Псы								
α^2	12 51,4	53,7	+38 51	8 35	2,84 <i>v</i>	B9,5pv:+ +F0V	—0,43	—0,10
β	12 29,0	31,4	+41 54	1 38	4,27	G0V	0,64	0,59
Дева								
α	13 19,9	22,6	—10 38	0 54	0 97 <i>v</i>	B1V	—1,17	—0,23
γ^1	12 36,6	39,1	—00 54	1 11	2,74 <i>v</i> ?	F0V+F0V	0,33	0,36
ϵ	12 57,2	59,7	+11 30	1 44	2,84 <i>v</i> ?	G9II—III	1,68	0,94

*	$V - R$	$V - I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Приме- чение
110	m 0,39	m 0,65	49 ± 6	-14	-338	+24	51°	+10°	146
σ	0,03	0,02	3 ± 7	-12	+39	-10,9	67	+43	147
φ	0,00	-0,09	12 ± 7	-30	+28	-15,6	71	+47	148
95	—	—	-1	+8	+30	-30	48	+20	149
102	-0,06	-0,24	3	0	-12	-14,5	47	+18	150
111	0,09	0,10	45 ± 7	+67	+110	-44,6 v	49	+9	
λ	1,04	1,79	12 ± 5	+18	+15	-26,4	49	+28	151
ν	0,40	0,63	9	-5	+3	-22,2	56	+24	152
(Hydra, Hya)									
α	1,04	1,81	17 ± 4	-15	+30	-4,61 $\pm$ $\pm 0,2^*$	241	+29	153
γ	0,60	1,07	21 ± 7	+69	-52	-5	311	+39	154
ζ	0,71	1,20	29 ± 6	-100	+11	+23	222	+30	
ν	0,93	1,57	22 ± 9	+95	+199	-1	265	+38	
π	0,87	1,42	39 ± 12	+43	-150	+27,2	323	+33	
ϵ	0,60	0,99	10 ± 5	-191	-54	+36 v	221	+29	155
R	2,70	5,12	—	-57	+8	-10	314	+39	156
ξ	0,70	1,18	19 ± 10	-210	-47	-5	284	+28	
λ	0,77	1,25	14 ± 10	-204	-93	+19 v	253	+34	157
μ	1,11	1,94	13 ± 7	-128	-81	+40	260	+34	
θ	-0,01	-0,06	19 ± 6	+130	-315	-8 v	229	+33	158
ι	0,99	1,66	20 ± 7	+47	-69	+23 $v?$	236	+36	159
ν^1	0,69	1,16	16 ± 7	+19	-29	-15	251	+29	
δ	0,04	0,05	27 ± 5	-69	-13	+11 v	220	+26	
β	0,01	-0,07	10 dyn	-55	-2	-1	289	+27	160
η	-0,07	-0,26	8	-18	-5	+21 v	223	+26	161
D	0,68	1,14	8 ± 6	+15	-15	-8 v	239	+18	162
ρ	0,05	-0,02	9 ± 5	-19	-37	+33 v	222	+29	163
E	1,07	1,83	5 ± 10	-242	-67	-9,9	333	+28	
σ	0,89	1,45	25 ± 6	-21	-20	+25	223	+25	
(Columba, Col)									
α	-0,02	-0,12	22	-1	-26	+35	239	-29	164
β	0,85	1,43	23	+47	+399	+89,4	241	-27	
δ	0,67	1,14	13	-30	-56	-2,6	241	-20	165
ϵ	0,82	1,42	2	+23	-37	-5	214	-31	
η	0,82	1,40	14	+11	-22	+17	249	-27	
γ	-0,07	-0,24	5	-6	+5	+24,2	241	-26	166
κ	0,73	1,24	19	-11	+80	+24,2	242	-22	167
(Canes Venatici, CVn)									
α^2	-0,04	-0,12	23 ± 6	-236	+55	-3 v	118	+79	168
β	0,54	0,85	108	-705	+284	+7	136	+75	169
(Virgo, Vir)									
α	-0,09	-0,33	21 ± 8	-41	-35	+1,0 v	316	+51	170
γ^1	0,29	0,48	101	-567	+5	-20	298	+61	171
ϵ	0,64	1,09	36 ± 7	-274	+16	-14	312	+74	172

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
	^h ^m	^m			^m		^m	^m
ζ	13 29,6	32,1	—00°05'	0°20'	3,38	A3V	0,20	0,12
δ	12 50,6	53,1	+03 56	3 40	3,38 $v?$	M3III	3,38	1,59
β	11 45,5	48,1	+02 20	2 03	3,60	F8V	0,66	0,55
109	14 41,2	43,7	+02 19	2 06	3,73 $v?$	A0V	—0,04	—0,01
μ	14 37,8	40,4	—05 13	5 27	3,88	F3IV	0,37	0,38
η	12 14,8	17,3	—00 07	0 23	3,90 $v?$	A2V	0,09	0,02
ν	11 40,7	43,3	+07 05	6 49	4,04 $v?$	M1III	3,35	1,53
ι	14 10,8	13,4	—05 31	4 46	4,09 $v?$	F7III—IV	0,54	0,51
$\omicron$	12 00,1	02,7	+09 17	9 01	4,12	G8III	1,63	0,99
κ	14 07,6	10,2	—09 49	0 03	4,21	K3III	2,79	1,32
τ	13 56,6	59,1	+02 02	1 47	4,26	A3V	0,23	0,10
θ	13 04,8	07,4	—05 00	5 16	4,38	A1V	0,00	—0,01
110	14 57,8	60,4	+02 29	2 17	4,40	K0III	1,91	1,04
λ	14 13,7	16,4	—12 55	3 09	4,52 $v?$	A2m	0,22	0,13

Дельфин

β	20 32,9	35,2	+14 15	4 25	3,63	F5IV	0,52	0,44
α	20 35,0	37,3	+15 34	5 44	3,77 $v?$	B9V	—0,27	—0,06
$\gamma^{1,2}$	20 42,0	44,3	+15 46	5 57	3,91	K1IV+F7V	1,36	0,85
ϵ	20 28,7	30,8	+10 58	1 08	4,04 $v?$	B6III	—0,60	—0,12
δ	20 38,8	41,1	+14 43	4 54	4,44 v	A7pIII	0,42	0,32

Дракон

γ	17 54,4	55,4	+51 30	1 30	2,22 $v?$	K5III	3,40	1,52
η	16 22,6	23,3	+61 44	1 38	2,74 $v?$	G8III	1,61	0,91
β	17 28,2	29,3	+52 23	2 20	2,78	G2II	1,63	1,00
δ	19 12,5	12,6	+67 29	7 34	3,07	G9III	1,78	1,00
ζ	17 08,5	08,6	+65 50	5 47	3,17	B6III	—0,54	—0,11
ι	15 22,7	23,8	+59 19	9 08	3,29 v	K2III	2,39	1,16
χ	18 22,9	22,0	+72 41	2 43	3,58	F7V	0,43	0,49
α	14 01,7	03,0	+64 51	4 37	3,65 $v?$	A0III	—0,13	—0,05
ξ	17 51,8	52,7	+56 53	6 53	3,75	K2III	2,39	1,18
ϵ	19 48,5	48,4	+70 01	0 08	3,85 $v?$	G8III	1,42	0,89
λ	11 25,5	28,5	+69 53	9 36	3,85 $v?$	M0III	3,59	1,62
κ	12 29,2	31,4	+70 20	0 04	3,89 $v?$	B5IIIe	—0,71	—0,14
θ	16 00,0	00,1	+58 50	8 42	4,03	F8IV—V	0,62	0,52
φ	18 22,2	21,5	+71 17	1 19	4,22 $v?$	A0p	—0,43	—0,10
τ	19 17,5	16,5	+73 10	3 16	4,45 $v?$	K3III	2,70	1,25
ρ	20 02,4	02,6	+67 35	7 44	4,51	K3III	2,80	1,31

Единорог

β	06 24,0	26,4	—06 58	7 00	3,76	B3Vpe	—0,89	—0,15
3314	08 20,7	23,2	—03 35	3 45	3,90	A0V	—0,03	—0,02
α	07 36,5	38,9	—09 19	9 26	3,93	K0III	1,90	1,02
γ	06 10,0	12,4	—06 15	6 15	3,96	K3III	2,73	1,31
δ	07 06,8	09,3	—00 20	0 24	4,15	A2V	0,02	0,00
ϵ	06 18,5	21,1	+04 39	4 37	4,31	A5IV	0,30	0,20
ζ	08 03,6	06,1	—02 42	2 50	4,32	G2Ib	1,69	0,97
18	06 42,6	45,3	+02 31	2 28	4,46	K0III	2,15	1,11
13	06 27,5	30,2	+07 24	7 22	4,50	A0Ib	—0,18	—0,00

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_{α} 0",001	μ_{δ} 0",001	V_r	l	b	Приме- чание
	m	m							
ζ	0,07	0,13	35 ± 5	-285	+34	-13	325°	+60°	
δ	1,53	2,86	17 ± 5	-469	-60	-18	306	+66	
β	0,48	0,76	98	-742	-277	$+4,58 \pm$ $\pm 0,4^*$	270	+61	
109	0,07	0,05	30 ± 5	-114	-36	-6,1	355	+53	
μ	0,40	0,62	39 ± 4	+106	-322	+5,4	347	+48	
η	0,08	0,08	10 ± 10	-63	-25	+2 v	286	+61	173
ν	1,26	2,27	13 ± 7	-18	-188	+51	263	+64	174
ι	0,50	0,77	39 ± 8	-10	-429	+11,5	338	+51	175
$\omicron$	0,74	1,23	37 ± 5	-221	+42	-30	270	+69	
κ	1,07	1,82	17 ± 7	+4	+134	-4	333	+48	
τ	0,15	0,21	15 ± 5	+15	-26	-2 v ?	339	+59	176
θ	0,05	0,05	22 ± 5	-36	-39	-3 v	311	+57	177
110	0,81	1,35	19 ± 6	-57	+5	-16,4	0	+50	
λ	0,10	0,14	10	-19	+24	-11 v	333	+44	178

(Delphinus, Del)

β	0,40	0,64	26 ± 6	+106	-34	-22,9 v	59	-16	179
α	0,00	-0,04	2 ± 5	+62	-3	-6	60	-15	180
$\gamma^{1,2}$	0,68	1,16	22 ± 5	-38	-198	-7,5	61	-17	181
ε	-0,02	-0,13	16 ± 5	+7	-22	-19,3	55	-17	182
δ	0,27	0,44	8 ± 6	-25	-48	+9,3	60	-17	183

(Draco, Dra)

γ	1,14	1,99	17 ± 6	-11	-24	-27,6	79	+29	184
η	0,61	1,07	43	-23	+58	-14,3	93	+41	185
β	0,68	1,16	9 ± 6	-17	+8	-20,0	80	+33	186
δ	0,70	1,21	28 ± 6	+94	+90	+24,8	99	+23	
ζ	-0,06	-0,18	17 ± 5	-18	+19	-14,1	96	+35	
ι	0,78	1,38	32 ± 7	-8	+9	-11,0	94	+49	187
χ	0,44	0,75	120	+522	-361	+32,5 v	103	+28	188
α	-0,03	-0,10	11 ± 5	-53	+14	-16 v	111	+51	189
ξ	0,83	1,42	31 ± 6	+93	+74	-25,8 v	85	+30	
ε	0,64	1,12	1 ± 6	+78	+36	+3,1	102	+21	190
λ	1,31	2,30	24 ± 6	-40	-22	+6	133	+46	191
κ	0,05	-0,03	10 ± 8	-58	+7	-11,4 v	125	+47	192
θ	0,45	0,70	46 ± 6	-138	+334	-8,5 v	90	+45	193
φ	-0,04	-0,14	8 ± 5	-8	+37	-17 v	102	+28	194
τ	0,90	1,48	13 ± 5	-142	+110	-29,7 v	105	+24	195
ρ	0,93	1,58	13 ± 5	+13	+49	-9,2	101	+19	

(Monoceros, Mon)

β	-0,01	-0,17	22	-18	+5	+21	217	-8	196
3314	0,03	-0,02	19	-66	-26	+10	228	+19	
α	0,77	1,29	19	-75	-22	+11	227	+7	
γ	0,97	1,61	10	-4	-18	-4,8	214	-11	197
δ	0,06	0,07	15 ± 4	-1	+6	+15	216	+4	198
ε	0,19	0,29	24	-18	+8	+16,3	206	-4	199
ζ	0,73	1,19	2	-19	-6	+30	225	+16	200
18	0,79	1,34	15	-16	-13	+11,3	210	+0	
13	0,10	0,14	3 ± 4	+1	-8	+12,3	204	+1	

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U-V$	$B-V$
Жертвенник								
β	^h 17 ^m 17,0	^m 21,1	—55°26'	5°29'	^m 2,84	K3Ib	^m (3,02)	^m 1,46
α	17 24,1	28,0	—49 48	9 50	2,95	B2,5V	—0,86	—0,17
ζ	16 50,4	54,5	—55 50	5 55	3,12	K5III	3,56	1,62
γ	17 17,0	21,2	—56 17	6 20	3,33	B1III	—1,08	—0,13
δ	17 22,1	26,6	—60 36	0 39	3,61	B8V	—0,41	—0,10
θ	17 58,8	62,7	—50 06	0 06	3,66	B0,5II	—0,92	—0,08
η	16 41,2	45,5	—58 52	8 57	3,75	K5III	3,50	1,58
ε^1	16 51,6	55,6	—53 00	3 05	4,05	K4IIIab	3,16	1,45
Живописец								
α	06 47,2	47,7	—61 50	1 53	3,26	A5V	0,34	0,21
β	05 44,9	46,1	—51 06	1 05	3,84	A3V	0,27	0,17
γ	05 48,0	48,9	—56 11	6 11	4,50	K1III	2,08	1,10
Жираф								
β	04 54,5	59,0	+60 18	0 22	4,03	G0Ib	1,56	0,93
35	03 21,0	25,0	+59 36	9 46	4,21 $v?$	B9Ia	0,18	0,41
α	04 44,1	49,2	+66 10	6 16	4,29	O9,5Ia	—0,85	0,03
3751	09 22,8	30,1	+81 46	1 33	4,30	K3III	3,20	1,48
7	04 49,3	53,3	+53 36	3 40	4,47	A1V	—0,04	—1,02
1155	03 40,4	44,9	+65 13	5 22	4,48 $v?$	M2IIa	4,01	1,88
Журавль								
α	22 01,9	05,1	—47 27	7 12	1,74 $v?$	B5V	—0,60	—0,13
β	22 36,7	39,7	—47 24	7 09	2,11 $v?$	M5III	3,22	1,62
γ	21 47,9	50,9	—37 50	7 36	3,01	B8III	—0,49	—0,12
ε	22 42,5	45,5	—51 51	1 35	3,49 $v?$	A2V	0,18	0,08
ι	23 04,7	07,5	—45 47	5 31	3,90	K0III	1,88	1,02
δ^1	22 23,3	26,3	—44 00	3 45	3,97 $v?$	gG5	1,84	1,03
δ^2	22 23,8	26,8	—44 16	4 00	4,11 $v?$	M4,5IIIa	3,27	1,57
ζ	22 55,0	57,9	—53 17	3 01	4,11	G5III	1,68	0,98
θ	23 01,2	04,1	—44 04	3 47	4,29	F6IV	0,59	0,43
λ	22 00,1	03,1	—40 02	9 47	4,46	M0III	3,03	1,37
Заяц								
α	05 28,3	30,5	—17 54	7 51	2,57	F0Ib	0,45	0,20
β	05 24,0	26,1	—20 50	0 48	2,84 $v?$	G5III	1,29	0,82
ε	05 01,2	03,3	—22 30	2 26	3,19 $v?$	K5III	3,23	1,46
μ	05 08,4	10,7	—16 19	6 16	3,29 $v?$	B9IIp	—0,51	—0,11
ζ	05 42,4	44,7	—14 52	4 50	3,55	A3Vn	0,16	0,10
γ	05 40,3	42,4	—22 29	2 28	3,60	F6V	0,48	0,47
η	05 51,8	54,1	—14 11	4 11	3,72	F0V	0,33	0,33
δ	05 47,0	49,2	—20 53	0 53	3,85	G8III	1,69	0,98
λ	05 15,0	17,3	—13 17	3 14	4,29	B0,5IV	—1,26	—0,25
κ	05 08,6	10,9	—13 04	3 00	4,36	B8V	—0,44	—0,10
ι	05 07,6	10,0	—11 59	1 56	4,44	B8V	—0,49	—0,09

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
(Ara, Ara)									
β	—	—	26 ± 10	—11	—33	—0,4	335°	—11°	
α	—0,10	—0,34	1 ± 12	—32	—77	—2	341	—9	201
ζ	—	—	36 ± 11	—18	—37	—6,0	333	—8	
γ	—0,10	—0,34	4	—3	—17	—4 v	335	—11	202
δ	—	—	22	—54	—96	—12	331	—14	203
θ	—	—	7	—15	—20	+3	343	—14	
η	—	—	17 ± 9	+39	—37	+9,0	330	—9	204
ϵ^1	—	—	9	—0	+11	+23,1	335	—7	205
(Pictor, Pic)									
α	0,24	0,37	46	—74	+262	+20,6	272	—24	
β	0,13	0,29	55	+2	+83	+28	258	—31	
γ	0,82	1,36	11	+74	—67	+15,7	264	—31	
(Camelopardalis, Cam)									
β	0,70	1,15	7 ± 6	—2	—15	—2,0	150	+11	206
35	0,37	0,75	1	+2	0	—7	141	+3	207
α	0,11	0,11	1	+5	+8	+6	144	+14	
3751	1,13	1,87	14	—15	—22	—5	131	+33	
7	0,09	0,08	10	—19	+6	—8 v	154	+7	208
1155	1,71	3,13	12	—2	—8	—3 v	140	+9	209
(Grus, Gru)									
α	—0,08	—0,14	51 ± 9	+121	—151	+12	350	—52	210
β	1,91	3,68	3 ± 11	+134	—9	+1,6	346	—58	211
γ	—0,05	—0,11	8 ± 10	+101	—14	—2,1	6	—51	
ϵ	—	—	38 ± 11	+102	—60	0 v	338	—57	212
ι	0,75	1,31	23 ± 10	+131	—29	—4,4 v	344	—63	213
δ^1	0,73	1,34	17 ± 11	+23	—5	+4,9	354	—57	214
δ^2	1,73	3,32	$—11 \pm 11$	—13	+1	+2,3 v	353	—57	215
ζ	—	—	31 ± 10	—67	—12	—1,1 v	334	—57	216
θ	—	—	12 ± 8	—44	—23	+10	348	—63	217
λ	1,00	1,78	8 ± 10	—28	—120	+38,8	2	—54	
(Lepus, Lep)									
α	0,22	0,43	2	+3	+5	+24,7 $\pm$ $\pm 0,2^*$	221	—25	218
β	0,65	1,09	14	0	—90	—13,5 $\pm$ $\pm 0,1^*$	223	—27	219
ϵ	1,10	1,91	6	+25	—73	+1,0	223	—33	220
μ	—0,01	—0,13	18	+42	—26	+27,7	217	—29	221
ζ	0,12	0,15	42	—16	+4	+20 v	219	—21	
γ	0,45	0,71	119	—287	—371	—10	227	—24	222
η	0,33	0,49	61	—41	+138	—1,6	220	—18	
δ	0,86	1,42	22	+231	—645	+99,3	226	—22	
λ	—0,12	—0,40	2	—3	—5	+20,2	215	—26	
κ	—0,01	—0,10	30	—15	—8	+18	214	—28	223
ι	—0,02	—0,11	11	+26	—14	+25 $v?$	213	—27	224

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
Змееносец								
α	h m	m			m		m	m
η	17 30,3	32,6	+12°38'	2°36'	2,07 $v?$	A5III	0,25	0,15
ζ	17 04,6	07,5	—15 36	5 40	2,42	A2V	0,14	0,05
δ	16 31,6	34,4	—10 22	0 28	2,56 $v?$	O9,5V	—0,85	0,02
	16 09,1	11,7	—03 26	3 34	2,75	M1III	3,55	1,59
β	17 38,5	41,0	+04 37	4 35	2,77	K2III	2,41	1,70
κ	16 52,9	55,3	+09 32	9 27	3,20	K2III	2,32	1,16
ε	16 13,0	15,7	—04 27	4 34	3,23	G9III	1,73	0,98
θ	17 15,9	18,9	—24 54	4 57	3,26 $v?$	B2IV	—1,08	—0,23
ν	17 53,5	56,3	—09 46	9 46	3,34	G9III	1,86	0,99
72	18 02,6	05,0	+09 33	9 33	3,73	A4IVs	0,21	0,12
γ	17 42,9	45,4	+02 45	2 43	3,75	A0V	0,08	0,04
λ	16 25,9	28,4	+02 12	2 06	3,83	AIV	0,03	0,01
67	17 55,6	58,1	+02 56	2 56	3,97	B5Ib	—0,63	0,02
ρ	18 00,4	02,9	+02 31	2 31	4,03	K0V	1,37	0,86
b	17 20,3	23,3	—24 05	4 08	4,16 $v?$	A9V	0,40	0,28
φ	16 25,4	28,3	—16 24	6 30	4,27	G8III	1,63	0,92
d	17 21,0	24,2	—29 47	9 49	4,27	F5IV	0,48	0,40
36	17 09,2	12,3	—26 27	6 32	4,32	K0V	1,35	0,86
σ	17 21,6	24,0	+04 14	4 11	4,33 $v?$	K3II	3,08	1,50
ξ	17 15,0	18,0	—21 00	1 04	4,38	F2V	0,35	0,41
ι	16 49,3	51,6	+10 20	0 15	4,38 $v?$	B8IV	—0,40	—0,08
68	17 56,7	59,2	+01 18	1 18	4,42 $v?$	A2Vn	0,06	0,04
χ	16 21,2	24,1	—18 14	8 21	4,43 v	B2Ve	—0,48	0,28
ω	16 26,2	29,2	—21 15	1 22	4,45 $v?$	A7p	0,24	0,11
ψ	16 18,2	21,2	—19 48	9 55	4,50	K0III	1,87	1,03
Змея								
α	15 39,4	41,8	+06 44	6 35	2,64	K2III	2,42	1,17
η	18 16,1	18,7	—02 55	2 55	3,25	K0III—IV	1,59	0,94
ξ	17 31,9	34,7	—15 20	5 22	3,52	F0IV	0,36	0,24
μ	15 44,4	47,0	—03 07	3 17	3,53	A0V	—0,14	—0,04
β	15 41,6	43,9	+15 44	5 35	3,67	A3V	0,14	0,06
ε	15 45,8	48,3	+04 47	4 38	3,70	A2m	0,25	0,16
δ	15 30,0	32,4	+10 52	0 42	3,80 v	F0IV	0,38	0,26
γ	15 51,8	54,1	+15 59	5 49	3,86	F6V	0,45	0,48
$\theta^{1,2}$	18 51,2	53,7	+04 04	4 08	4,07 $v?$	A5V + A5V	0,26	0,17
κ	15 44,2	46,5	+18 27	8 18	4,09 $v?$	M1III	3,59	1,62
$\omicron$	17 35,8	38,6	—12 49	2 51	4,24	A2V	0,19	0,08
ν	17 15,2	18,0	—12 45	2 48	4,31	A1V	0,07	0,03
λ	15 41,6	44,0	+07 40	7 30	4,43 $v?$	G0V	0,70	0,60
Золотая Рыба								
α	04 31,8	32,9	—55 15	5 09	3,26	A0IIIp	—0,45	—0,11
β	05 32,8	33,2	—62 33	2 31	3,40 v	F8Ia	—	0,80
γ	04 13,4	14,7	—51 44	1 37	4,24 $v?$	F5V	0,33	0,31
δ	05 44,6	44,7	—65 46	5 45	4,34	A6IV	0,33	0,22
R	04 35,6	36,2	—62 16	2 11	4,41 v	gM7	—	1,6:

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_{α} 0",001	μ_{δ} 0",001	V_r	l	b	Примечание
(Ophiuchus, Oph)									
α	m 0,14	m 0,22	56	+117	-232	+12,7 v	36°	+23°	225
η	0,03	0,04	47 ± 7	+35	+90	-0,9	7	+14	226
ζ	0,10	0,06	6	+10	+20	-19 v	6	+24	
δ	1,29	2,32	29 ± 5	-46	-149	-18,78 ± ± 0,3 *	9	+32	
β	0,82	1,39	23 ± 5	-43	+154	-9,0	29	+17	227
κ	0,84	1,38	26 ± 5	+293	-14	-55,6	28	+30	
ε	0,70	1,19	36 ± 5	+82	+35	-10,3	9	+31	
θ	-0,12	-0,33	8	-3	-25	-4 v	0	+7	228
ν	0,71	1,19	15 ± 5	-9	-118	+12,4	18	+7	
72	0,14	0,19	37 ± 5	-62	+78	-23,9	37	+14	229
γ	0,04	0,04	32 ± 5	-24	-76	-5	28	+15	
λ	-0,01	-0,02	1 ± 5	-27	-85	-15 v	17	+32	230
67	0,10	0,10	1	-3	-11	-4,4 v	30	+13	231
ρ	0,65	1,11	188 ± 4	+256	-1097	-7,0 v	30	+11	232
b	0,29	0,41	43 ± 9	0	-123	-37,2	2	+6	233
φ	0,65	1,09	9 ± 11	-53	-41	-34,4	0	+21	
d	0,33	0,51	15 ± 9	+18	-147	+38	357	+3	
36	0,70	1,14	183	-497	-1137	-0,3	358	+7	234
σ	1,10	1,87	4 ± 5	-1	+4	-27,0	27	+21	235
ξ	0,37	0,59	58 ± 7	+231	-213	-9,1	4	+9	236
ι	-0,09	-0,17	24 ± 7	-53	-41	-21 v	29	+31	237
68	0,07	0,08	15 ± 6	+10	-15	+4 v	28	+12	238
χ	0,46	0,70	8	-11	-32	-5,1 v	358	+21	239
ω	0,13	0,15	30 ± 9	+13	+30	+2,5	356	+18	240
ψ	0,78	1,28	12	-28	-54	+0,2	356	+20	
(Serpens, Ser)									
α	0,81	1,37	46 ± 6	+134	+39	-1,0	14	+44	241
η	0,70	1,20	54 ± 5	-556	-700	+8,9	27	+5	
ξ	0,20	0,33	26 ± 7	-42	-66	-42,8 v	11	+9	242
μ	-1,01	-0,06	1 ± 5	-88	-29	-9,4 v	5	+37	243
β	0,06	0,09	34 ± 6	+66	-55	-0,8	26	+48	244
ε	0,08	0,13	35 ± 6	+124	+57	-9,4	13	+42	
δ	0,22	0,33	15	-77	+5	-42 v	18	+48	245
γ	0,49	0,73	69 ± 7	+307	-1292	+6,7 v	28	+46	
$\theta^{1,2}$	0,17	0,24	26 ± 5	+43	+30	-45	37	-1	246
κ	1,25	2,23	19 ± 6	-48	-95	-38,7	30	+48	
$\omicron$	0,08	0,10	3 ± 6	-75	-57	-30 v	13	+9	247
ν	0,06	0,06	22 ± 5	+41	+1	+4,8 v	11	+13	248
λ	0,51	0,83	91 ± 5	-226	-72	-66,4	16	+44	249
(Dorado, Dor)									
α	0,00	-0,09	11	+51	-1	+26	264	-41	250
β	0,22	0,65	7	-7	+4	+8 v	272	-33	251
γ	0,28	0,44	53	+101	+186	+27	260	-45	252
δ	0,27	0,44	19	-30	+4	-3	275	-31	
R	2,68	5,80	—	-69	-85	+25	273	-39	253

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
Индеец								
α	^h 20 ^m 30,5	^m 34,1	—47°38'	7°28'	^m 3,11	K0III	^m 1,79	^m 1,00
β	20 47,0	50,9	—58 50	8 39	3,64	K0III	2,48	1,25
Кассиопея								
α	00 34,8	37,7	+55 59	6 16	2,23 $v?$	K0II—III	2,29	1,17
β	00 03,8	06,5	+58 36	8 52	2,27 v	F2IV	0,46	0,34
γ	00 50,7	53,7	+60 11	0 27	2,39 v	B0IV _{pe}	—1,21	—0,10
δ	00 19,3	22,5	+59 43	9 59	2,68 v	A5V	0,26	0,13
ϵ	01 47,2	50,8	+63 11	3 26	3,38 $v?$	B3III	—0,77	—0,15
η	00 43,0	46,1	+57 17	7 33	3,44	G0V	0,60	0,58
ζ	00 31,4	34,2	+53 21	3 37	3,66 $v?$	B2,5IV	—1,08	—0,19
50	01 54,9	59,1	+71 56	2 11	3,98	A2V	0,03	—0,01
ρ	23 49,4	51,9	+56 57	7 13	4,3 v	G0Iap	2,2 v	1,1 v
κ	00 27,3	30,1	+62 23	2 39	4,16 $v?$	B1Ia	—0,66	0,14
θ	01 05,1	08,0	+54 37	4 53	4,34 $v?$	A7V	0,30	0,17
$\omicron$	00 39,1	42,0	+47 44	8 00	4,50	B2V	—0,59	—0,06
A	01 53,7	57,8	+70 25	0 40	4,50	A3IV	0,21	0,17
ι	02 20,8	24,9	+66 57	7 11	4,51 v	A5p	0,19	0,13
Кентавр								
α	14 32,8	36,2	—60 25	0 38	0,06	G2V + dK5V	—	0,72
β	13 56,8	60,3	—59 53	0 08	0,59	B1II	—1,20	—0,22
θ	14 00,8	03,7	—35 53	6 08	2,06	K0III—IV	1,89	0,99
γ	12 36,0	38,7	—48 25	8 41	2,17	A0III	—0,02	—0,01
ϵ	13 33,6	36,7	—52 57	3 13	2,30	B1V	—1,14	—0,22
η	14 29,2	32,3	—41 43	1 56	2,31 $v?$	B1,5V:ne	—1,01	—0,19
ζ	13 49,3	52,4	—46 48	7 03	2,55	B2IV	—1,13	—0,22
δ	12 03,2	05,8	—50 10	0 27	2,65 $v?$	B2Ve	—0,99	—0,09
ι	13 15,0	17,8	—36 11	6 27	2,73	A2V	0,03	0,05
μ	13 43,6	46,6	—41 59	2 14	2,94 v	B2V:pne	—1,10	—0,16
κ	14 52,6	55,9	—41 42	1 54	3,13 $v?$	B2V	—0,98	—0,20
λ	11 31,2	33,5	—62 28	2 45	3,13	B9II	—0,23	—0,05
ν	13 43,5	46,5	—41 11	1 26	3,41 $v?$	B2IV	—1,07	—0,22
ϕ	13 52,2	55,2	—41 37	1 51	3,83 $v?$	B2IV	—1,04	—0,21
τ	12 32,2	35,0	—47 59	8 16	3,86	A2V	0,08	0,05
v^1	13 52,5	55,6	—44 19	4 34	3,87	B2V	—1,00	0,20
d	13 25,2	28,1	—38 53	9 09	3,88 $v?$	G8III	2,20	1,16
π	11 16,4	18,7	—53 57	4 13	3,88	B5Vn	—0,74	—0,16
σ	12 22,6	25,3	—49 41	9 57	3,91	B2V	—0,96	—0,19
ρ	12 06,4	09,0	—51 49	2 05	3,96	B4V	—0,76	—0,15
b	14 35,8	38,8	—37 22	7 35	4,00	B3V	—0,86	—0,17
ψ	14 14,5	17,5	—37 26	7 39	4,05	A0IV	—0,14	—0,03
c^1	14 37,5	40,6	—34 45	4 58	4,05	K5III	2,88	1,35
g	13 43,6	46,5	—33 57	4 12	4,19 $v?$	M4IIIab	2,92	1,49
l	13 40,0	42,8	—32 32	2 48	4,23	F2III	0,38	0,38
n	12 47,9	50,7	—39 38	9 54	4,27	A7III	0,33	0,21
ξ^2	13 01,1	04,0	—49 22	9 38	4,27	B2V	—0,95	—0,19
j	11 44,8	47,2	—63 14	3 31	4,31	B3Vne	—0,77	—0,16

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
(Indus, Ind)									
α	—	—	39 ± 10	+49	+66	—1	253°	—37°	254
β	—	—	12	+23	—25	—4,9 v ?	338	—39	
(Cassiopeja, Cas)									
α	0,78	1,38	9	+50	—29	—4,09 *	121	—6	255
β	0,31	0,51	72	+527	—178	+12 v	118	—3	256
γ	0,07	—0,01	34	+26	—2	—7	124	—2	257
δ	0,15	0,24	29	+297	—47	+7	127	—2	258
ε	—0,04	—0,16	7	+35	—16	—8	130	+2	259
η	0,50	0,86	182 ± 4	+1101	—523	+9	123	—5	260
ζ	—0,08	—0,29	4	+18	—8	+2	121	—9	261
50	0,06	0,06	25	—42	+27	—14 v	128	+10	262
ρ	0,96	1,70	16 ± 5	—5	+3	—43,1	115	—5	263
κ	0,14	0,20	1	+4	+0	—2 v	121	+0	264
θ	0,18	0,25	5	+228	—19	+9 v	126	—8	265
$\omicron$	0,05	0,00	4	+17	—7	—8	122	—15	266
A	—	—	26	—64	+9	—5 v	129	+9	267
ι	0,16	0,22	21	—13	+16	+1 v	132	+6	268
(Centaurus, Cen)									
α	—	—	751 ± 11	—3606	+705	—25 v	316	+1	269
β	—	—	16 ± 11	—21	—28	—12 v	312	+1	270
θ	0,76	1,29	59 ± 8	—522	—522	+1,3	319	+24	
γ	0,03	0,03	6 ± 9	—196	—15	—8 v	301	+14	271
ε	—0,15	—0,40	12	—23	—23	+6	310	+9	272
η	—0,10	—0,28	12	—37	—32	—0,2 v	323	+17	273
ζ	—0,14	—0,34	13	—59	—48	+7 v	314	+14	274
δ	0,04	—0,08	20 ± 11	—37	—20	+9 v	296	+12	275
ι	0,04	0,04	46 ± 9	—339	—92	+0	309	+26	
μ	0,03	—0,06	9	—21	—24	+13 v	314	+19	276
κ	—0,08	—0,24	11	—17	—28	+9,1 v	327	+15	277
λ	0,05	0,04	31	—34	—19	+8	294	—1	278
ν	—0,12	—0,33	7	—26	—26	+9 v	314	+20	279
ϕ	—0,13	—0,35	5	—28	—26	+7 v	316	+19	280
τ	0,05	0,05	18 ± 10	—190	—15	+5	301	+14	
υ^1	—0,14	—0,35	5	—30	—28	+7 v	315	+16	
d	0,84	1,43	7 ± 10	—16	—22	—2	311	+23	281
π	—0,04	—0,21	11 dyn	—33	—13	+16 v	290	+6	282
σ	—0,11	—0,31		—26	—26	+12 v	299	+12	283
ρ	—0,10	—0,26	26 ± 12	—41	—26	+21 v	297	+10	
b	—0,11	—0,26	7	—25	—38	+8 v	326	+20	
ψ	—0,01	—0,03	$—3 \pm 10$	—68	—14	—4 v	322	+22	284
ς^1	1,01	1,74	8 ± 11	—70	—190	—38,5	327	+22	
g	2,14	4,01	49 ± 12	—47	—64	+41	316	+27	285
i	0,33	0,54	45 ± 8	—460	—151	—22 v	316	+28	286
n	0,20	0,34	47 ± 12	+68	—32	—3	303	+23	
ξ^2	—0,09	—0,28	3	—30	—18	+14,3 v	305	+13	287
j	—0,07	—0,21	7	—21	—9	+37 v	296	—2	

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
	^h ^m	^m			^m		^m	^m
k	13 46,0	48,9	—32°30'	2°45'	4,32	B5 IIIp/B9V	—0,73	—0,13
v	14 13,3	16,8	—55 56	6 09	4,32	B5II	—	0,11
e	12 47,4	50,3	—48 24	8 40	4,33	gK2	2,95	1,37
v ²	13 55,5	58,6	—45 07	5 22	4,34	F7I—II	0,88	0,60
χ	13 59,9	03,0	—40 42	0 56	4,36	B2V	—0,96	—0,19
a	14 16,9	19,9	—39 03	9 17	4,42	B7IIIp	—0,92	—0,18
B	11 46,2	48,6	—44 37	4 54	4,46	K4III	2,76	1,30
4618	12 02,9	05,5	—50 06	0 23	4,47	B6III	—0,82	—0,15
m	13 17,3	20,6	—64 01	4 17	4,52	G5III—IV	1,32	0,85

Киль

α	06 21,7	22,8	—52 38	2 40	—0,75	F0Ib—II	0,20	0,15
η	10 41,2	43,1	—59 10	9 25	—0,8 <i>v</i>	pec.	0,16	0,62
β	09 12,1	12,7	—69 18	9 31	1,68	A1V	0,03	0,00
ε	08 20,5	21,5	—59 11	9 21	1,85 <i>v?</i>	K0II+B	1,46	1,30
ι	09 14,4	15,8	—58 51	9 04	2,24 <i>v?</i>	F0Ib	0,34	0,18
θ	10 39,4	41,2	—63 52	4 08	2,76	O9,5V	—1,22	—0,22
υ	09 44,6	45,9	—64 36	4 50	2,96	A9II	0,40	0,26
p	10 28,5	30,2	—61 10	1 26	3,28 <i>v</i>	B5Ve	—0,81	—0,10
ω	10 11,4	12,6	—69 32	9 47	3,31	B7IV	—0,41	—0,08
l	09 42,5	43,9	—62 03	2 17	3,40 <i>v</i>	cG2	—	1,20
q	10 13,8	15,4	—60 50	1 05	3,42 <i>v?</i>	K5Ib	3,26	1,56
a	09 08,3	09,6	—58 33	8 46	3,43 <i>v?</i>	B2IV	—0,88	—0,19
χ	07 54,2	55,5	—52 43	2 51	3,46	B2IV	—0,83	—0,19
u	10 49,4	51,5	—58 19	8 35	3,78 <i>v?</i>	K0III—IV	1,60	0,94
s	10 24,2	26,0	—58 14	8 29	3,82 <i>v?</i>	F0II	0,55	0,31
c	08 52,8	53,9	—60 16	0 27	3,84	B8II	—0,55	—0,11
x	11 04,3	06,4	—58 26	8 42	3,9 <i>v?</i>	G0Ia	2,2 <i>v</i>	1,2 <i>v</i>
i	09 09,0	10,1	—61 54	2 07	3,96	B3IV	—0,87	—0,19
l	10 22,4	23,4	—73 31	3 47	3,98 <i>v?</i>	F3IV—V	0,35	0,36
h	09 31,6	33,0	—58 47	9 00	4,08	B5II	—0,55	0,01
d	08 38,4	39,5	—59 24	9 35	4,32 <i>v?</i>	B1III	—0,91	—0,12
g	09 13,4	14,8	—57 07	7 20	4,34 <i>v?</i>	gK5	3,61	1,63
N	06 32,8	33,9	—52 54	2 56	4,38	B9III	—0,17	—0,02
A	06 47,7	48,8	—53 30	3 34	4,40	gG3	1,53	0,92
r	10 31,8	33,7	—57 02	7 17	4,45	gK3	3,41	1,62
G	09 04,9	05,0	—72 12	2 24	4,47	F6II—III	0,83	0,61

Кит

σ	02 14,3	16,8	—03 26	3 12	2,0 <i>v</i>	gM6e	1,35	1,59
β	00 38,6	41,1	—18 31	8 16	2,02 <i>v?</i>	K1III	1,89	1,01
α	02 57,0	59,7	+03 42	3 54	2,53 <i>v?</i>	M2III	3,57	1,64
η	01 03,6	06,1	—10 43	0 27	3,45	K3III	2,35	1,16
γ	02 38,1	40,7	+02 49	3 02	3,47	A3V	0,16	0,09
τ	01 39,4	41,7	—16 28	6 12	3,50	G8Vp	0,92	0,72
ι	00 14,3	16,9	—09 23	9 06	3,55	K2III	2,39	1,22
θ	01 19,0	21,5	—08 42	8 26	3,59	K0III	1,98	1,06
ζ	01 46,5	49,0	—10 50	0 35	3,72 <i>v?</i>	K2III	2,20	1,14
υ	01 55,3	57,6	—21 34	1 19	4,01	M1III	3,45	1,56
δ	02 34,4	36,9	—00 06	0 07	4,06 <i>v</i>	B2IV	—1,09	—0,21
π	02 39,4	41,7	—14 17	4 04	4,25	B7V	—0,59	—0,14

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Приме- чание
k	m -0,05	m -0,18	17 dyn	-38	-45	+14	317°	+28°	288
v	—	—	3	-8	-18	+5 v ?	315	+4	—
e	0,98	1,73	13	-89	-29	-2 v ?	303	+14	—
v^2	0,48	0,84	8 ± 9	-1	-28	-1 v	316	+16	289
χ	-0,11	-0,33	4	-22	-25	+12	318	+20	—
a	-0,11	-0,28	6	-31	-37	+8	321	+20	—
B	0,94	1,16	16 ± 10	-88	-15	-2	292	+16	—
4618	-0,01	-0,19	8	-41	-19	+17	296	+12	290
m	—	—	-4	+35	-39	+12	306	-2	—

(Carina, Car)

α	0,24	0,44	18	+18	+17	+20,5	261	-25	290
η	1,32	1,81	1	-1	-1	-25	288	-1	291
β	0,07	0,09	38 ± 10	-154	+98	-5	286	-14	—
ϵ	0,17	1,06	10	-28	+12	+12	274	-13	292
ι	0,25	0,45	11 ± 10	-19	-1	+13	278	-7	293
θ	-0,11	-0,34	7	-17	+7	+24 v	290	-5	—
v	0,35	0,64	20 ± 12	-11	+4	+14	285	-9	294
p	0,23	0,15	12	-21	+0	+26	287	-3	295
ω	0,05	0,02	18	-28	+0	+4 v	290	-11	—
l	0,36	1,04	19 ± 10	-15	+7	+4 v	283	-7	296
q	1,07	1,85	18	-23	-1	+9	286	-4	297
a	-0,05	-0,24	13	-28	+2	+23,3 v	278	-7	298
χ	-0,05	-0,23	12	-34	+20	+19	267	-12	—
u	0,72	1,21	50 ± 11	+70	+20	+9	288	+1	299
s	—	—	5 ± 10	-15	-11	+9	285	+1	300
c	0,00	-0,11	15	-17	+42	+25	278	-10	301
x	0,9 v	1,5 v	-9 ± 10	-7	-11	+7 v	290	+1	302
i	-0,05	-0,23	13	-43	+3	+18	280	-10	—
I	—	—	79 ± 11	-16	-32	-4	293	-14	303
h	0,09	0,10	5	-12	+7	+22	280	-5	—
d	-0,02	-0,15	2	-5	-7	+13 v	276	-11	304
g	1,34	2,37	18 ± 11	-16	-13	-5	277	-6	305
N	0,05	0,19	8	-18	+6	+23,1	262	-24	—
A	0,69	1,14	17	-8	+25	+26 v	263	-22	306
r	1,15	1,99	19	-19	-10	+10 v ?	285	+1	—
G	0,55	0,86	16 ± 10	+9	-11	+22	288	-17	—

(Cetus, Cet)

σ	4,20	7,60	13	-9	-232	+64 v	168	-58	307
β	0,72	1,23	57	+231	+40	+13,1 $\pm 0,1^*$	111	-81	308
α	1,35	2,51	3	-9	-74	-25,8 $\pm 0,1^*$	173	-46	309
η	0,83	1,41	37	+212	-132	+12	137	-73	—
γ	0,11	0,15	48	-141	-147	-5	169	-49	дв.
τ	0,62	1,05	275	-1718	+860	-17	173	-73	310
ι	0,85	1,44	10	-18	-29	+19	99	-70	—
θ	0,76	1,32	34	-80	-215	+16	147	-70	311
ζ	0,80	1,35	24	+34	-36	+9 v	166	-68	312
v	1,26	2,30	3	+127	-18	+18	195	-73	—
δ	-0,07	-0,28	4	+12	+2	+13 v	171	-52	313
π	-0,02	-0,16	10	-6	-12	+15	192	-61	—

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U-V$	$B-V$
	^h ^m	^m			^m		^m	^m
μ	02 39,5	42,2	+09°42'	9°54'	4,27	F0IV	0,38	0,31
ζ^2	02 22,8	25,5	+08 01	8 14	4,29	B9III	-0,17	-0,06
ζ^1	02 07,7	10,3	+08 23	8 37	4,37	G8II	1,49	0,88
7	00 09,6	12,1	-12 29	9 13	4,46 $v?$	M2III	3,61	1,66

Козерог

δ	21 45,5	44,3	-16 35	6 21	2,83 v	A6m	0,39	0,29
β	20 15,4	18,2	-15 06	4 56	3,08	F8V+A0	1,06	0,79
α^2	20 12,5	15,3	-12 51	2 42	3,58	G9III	1,64	0,95
γ	21 34,6	37,3	-17 07	6 53	3,67	F0IIIp	0,53	0,32
ζ	21 21,0	23,8	-22 51	2 38	3,74	G4Ibp	1,60	1,00
θ	21 00,3	03,1	-17 38	7 26	4,07	A1V	-0,00	-0,01
ω	20 45,8	48,8	-27 18	7 06	4,12 $v?$	M1III	3,54	1,63
ψ	20 40,2	43,1	-25 38	5 27	4,13	F5V	0,47	0,43
α^1	20 12,1	14,9	-12 49	2 40	4,26	G3Ib	1,89	1,08
ι	21 16,7	19,5	-17 16	7 03	4,27	G8III	1,47	0,91
A	21 01,3	04,2	-25 24	5 12	4,49	M1III	3,50	1,60
b	21 23 0	25,9	-22 15	2 02	4,51	gG5	1,51	0,91

Компас

α	08 39,8	41,6	-32 50	3 00	3,69 $v?$	B2II	-1,05	-0,18
β	08 36,2	38,1	-34 57	5 08	3,98	G5III	1,58	0,93
γ	08 46,3	48,4	-27 20	7 31	4,01	K3III	2,66	1,26

Корма

ζ	08 00,1	01,8	-39 43	9 52	2,25	O5f	-1,36	-0,27
π	07 13,6	15,4	-36 55	7 00	2,70 $v?$	K4III	2,87	1,62
ρ	08 03,3	05,4	-24 01	4 10	2,81 $v?$	F6IIp	0,62	0,43
τ	06 47,4	48,7	-50 30	0 33	2,92	K0III	2,41	1,18
L^2	07 10,5	12,0	-44 29	4 33	3,1 v	gM5e	—	1,6 v
ν	06 34,7	36,2	-43 06	3 09	3,17	B8III	-0,52	-0,11
σ	07 26,1	27,6	-43 06	3 12	3,25	K5III	3,29	1,52
ξ	07 45,1	47,2	-24 37	4 44	3,35	G3Ib	2,43	1,25
ς	07 41,7	43,5	-37 44	7 51	3,61	cK	3,43	1,73
α	07 48,8	50,5	-40 19	0 27	3,73	G5III	1,80	1,05
$\kappa^{1,2}$	07 34,7	36,8	-26 34	6 41	3,80	B6V/B7V	-0,75	-0,19
3	07 39,8	41,8	-28 43	8 50	3,95	A3epII	0,13	0,18
p	07 46,2	47,7	-46 07	6 15	4,11	B0,5III	-1,19	-0,18
e	07 52,6	54,7	-22 37	2 45	4,20	F8II	1,16	0,72
J	07 50,4	51,8	-47 51	7 58	4,24	B1Ib	-1,13	-0,14
16	08 P4,6	06,8	-18 57	9 06	4,40	B5V	-0,75	-0,15
h^2	08 10,5	12,3	-40 03	0 12	4,44	gK0	2,26	1,17
h^1	08 07,8	09,6	-39 19	9 28	4,45 $v?$	cK	3,47	1,62
q	08 14,8	16,7	-36 21	6 30	4,45	A7III	0,33	0,22
2906	07 29,8	31,9	-22 05	2 11	4,45	F5V	0,58	0,51
b	07 49,1	50,9	-38 36	8 44	4,49	B3V	-0,88	-0,19
I	07 09,7	11,1	-46 36	6 40	4,49	F0V	0,31	0,32
o	07 43,9	46,0	-25 41	5 49	4,50	B0V:pe	-1,07	-0,05

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Приме- чание
μ	m	m							
μ_2	0,30	0,49	40	+284	-30	+29 v	163°	-44°	
μ_1	0,02	-0,03	22	+40	-4	+11 v	160	-47	
μ_3	0,67	1,16	15	-24	-3	-4 v	155	-49	
7	1,40	2,54	26	-28	-63	-23	75	-78	314

(Capricornus, Cap)

δ	0,24	0,40	65±6	+261	-293	-6,3 v	38	-44	315
β	0,55	1,05	5±6	+39	+1	-18,9 v	29	-26	316
α^2	0,69	1,16	33±4	+60	+5	+0,4	31	-25	317
γ	0,23	0,36	25±7	+185	-21	-31,2 v	36	-45	
ζ	0,64	1,07	6	-1	+24	+3,0 v	27	-44	318
θ	0,01	-0,01	10±11	+82	-58	-10,9	31	-37	
ω	1,25	2,19	9	-5	-9	+9,0	18	-37	
ψ	0,36	0,56	90±10	-56	-156	+25,8 v	20	-36	
α^1	0,79	1,32	2±4	+16	+4	-25,9 v	31	-25	319
ι	0,62	1,18	24±10	+32	+7	+11,5	34	-41	
A	1,28	2,26	16±10	-30	-43	+31,9	22	-38	320
b	0,68	1,15	18±10	+136	-6	-22,2	28	-44	

(Pyxis, Pyx)

α	-0,08	-0,24	7	-15	+11	+15	255	+6	
β	0,66	1,14	11±10	+13	-18	-15	256	+4	321
γ	0,95	1,62	25±10	-129	+83	+25	252	+10	

(Puppis, Pup)

ζ	-0,12	-0,34	4	-31	+12	-24	256	-5	
π	1,24	2,15	23±11	-6	+5	+16	249	-11	322
ρ	0,35	0,56	31±7	-86	+47	+46,6 v	243	+4	323
τ	0,84	1,44	25	+25	-75	+36,4 v	260	-21	324
L^2	2,7 v	5,1 v	16±8	+104	+326	+53	256	-15	325
ν	0,00	-0,07	23	-4	-9	+28,2 v	252	-21	
σ	1,21	2,13	+13±8	-66	+183	+88 v	256	-12	326
ξ	0,88	1,43	3	-5	-2	+3 v	241	+0	327
ϵ	1,35	2,35	1	-15	-1	+17	251	-7	
α	0,81	1,37	23	-16	+3	+24 v	255	-7	328
$\kappa^{1,2}$	-0,04	-0,20	10 dyn	-25	+20	+24	242	-2	329
3	0,26	0,48	19±11	-9	-5	+20 v	244	-3	330
p	-0,08	-0,25	2	-10	+1	+24	260	-10	331
e	0,59	0,96	15±8	-28	+5	+14	241	+3	
J	-0,02	-0,14	1	-5	-3	+41	262	-10	
16	-0,03	-0,17	8	-16	-9	+19 v	239	+7	
h^2	0,84	1,48	4	+39	-70	+14 v	257	-3	332
h^1	1,20	2,10	-11±9	-8	-6	+16 v	256	-3	333
q	0,21	0,34	36±9	-110	+93	+5	255	-0	
2906	0,51	0,73	47±10	-43	+41	+61	238	-1	
b	-0,08	0,24	6±11	-11	-8	-21 v	254	-6	
I	0,32	0,51	40±9	-139	+102	-1	258	-16	
o	0,15	0,16	3	-11	+2	+11 v	242	-0	334

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U-V$	$B-V$
---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----	--------	-------	-------

Лебедь

α	20 38,0	39,7	+44°55'	5°06'	1,25 v	A2Ia	-0,14	0,09
γ	10 18,6	20,4	+39 56	0 06	2,23 $v?$	F8Ib	1,21	0,67
ε	10 42,2	44,2	+33 36	3 47	2,46	K0III	1,90	1,03
δ	19 41,8	43,4	+44 53	5 00	2,87 $v?$	B9,5III	-0,12	-0,02
$\beta^{1,2}$	19 26,7	28,7	+27 45	7 51	3,08	K3II+B0V	1,75	1,13
ζ	21 08,7	10,8	+29 49	0 01	3,20	G8II	-1,75	1,00
τ	21 01,3	03,1	+43 32	3 44	3,70 $v?$	K5Ib	3,45	1,65
κ	21 10,8	12,8	+37 37	7 50	3,73 $v?$	F0IV	0,43	0,40
ι	19 14,8	15,9	+53 11	3 17	3,76 v	G9III	1,71	0,97
$\omicron^1$	19 27,2	28,4	+51 31	1 37	3,79	A5Vn	0,25	0,14
η	20 10,5	12,1	+46 26	6 35	3,80 v	K2II+B3V	1,70	1,28
ν	19 52,6	54,4	+34 49	4 57	3,93	K0III	1,91	1,03
$\omicron^2$	20 53,4	55,3	+40 47	0 58	3,94	A1Vn	0,02	0,02
41	20 12,4	13,9	+47 24	7 34	3,98 v	K3Ib-II+A3	2,56	1,52
ρ	20 25,3	27,4	+30 02	0 12	4,02	F5II	0,70	0,40
χ	21 30,2	32,1	+45 09	5 22	4,02	G8III	1,45	0,89
52	19 46,7	48,6	+32 40	2 47	4,2 v	S7Ie	2,6 v	1,8 v
σ	20 41,5	43,6	+30 21	0 32	4,23	K0III	1,94	1,06
π^2	21 13,5	15,4	+38 59	9 11	4,23 $v?$	B9Iab	-0,26	0,12
33	21 43,1	44,9	+48 51	9 09	4,24	B3III	-0,84	-0,12
υ	20 11,1	12,2	+56 16	6 25	4,30 v	A3IV-Vn	0,19	0,11
39	21 13,8	15,9	+34 29	4 41	4,42 $v?$	B2Ve	-0,92	-0,10
θ	20 19,9	21,9	+31 52	2 02	4,44	K3III	2,83	1,33
$\mu^{1,2}$	19 33,8	35,1	+49 59	0 06	4,47	F4V	0,37	0,39
	21 39,7	41,4	+28 17	8 31	4,51	F6V	0,50	0,49

Лев

α	10 03,0	05,7	+12 27	2 13	1,35 $v?$	B7V	-0,47	-0,11
$\gamma^{1,2}$	10 14,5	17,2	+20 21	0 06	1,98 v	K0III/G7III	2,15	1,15
β	11 44,0	46,5	+15 08	4 51	2,14 $v?$	A3V	0,16	0,08
δ	11 08,8	11,5	+21 04	0 48	2,56 $v?$	A4V	0,23	0,12
ε	09 40,2	43,0	+24 14	4 00	2,98	G0II	1,27	0,81
θ	11 09,0	11,6	+15 59	5 42	3,35	A2V	0,06	-0,02
ζ	10 11,1	13,9	+23 55	3 40	3,44	F0III	0,50	0,31
$\omicron$	09 35,8	38,5	+10 21	0 07	3,52	A5V+F8III	0,70	0,49
η	10 01,9	0,46	+17 15	7 00	3,53 v	A0Ib	-0,25	-0,04
ρ	10 27,6	30,2	+09 49	9 34	3,85 $v?$	B1Ib	-1,09	-0,14
μ	09 47,1	49,9	+26 29	6 15	3,88	K2III	2,62	1,22
ι	11 18,7	21,3	+11 05	0 48	3,94 $v?$	F2IV	0,48	0,41
σ	11 16,0	18,6	+06 35	6 18	4,05	B9,5Vs	-0,19	-0,06
υ	11 31,8	34,4	-00 16	0 33	4,30	G9III	1,75	1,01
λ	09 26,0	28,9	+23 25	3 11	4,31 $v?$	K5III	3,43	1,54
54	10 50,2	52,9	+25 17	5 01	4,32	A1V	0,03	0,02
A	10 02,6	05,3	+10 29	0 15	4,37	K4III	3,20	1,45
b	10 57,0	59,7	+20 43	0 27	4,42	A1V	0,10	0,05
κ	09 18,8	21,7	+26 37	6 24	4,46 v	K2III	2,54	1,23
φ	11 11,6	14,1	-03 06	3 23	4,47	A7IVn	0,36	0,21

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Приме- чание
---	-------	-------	-----------------	------------------------	------------------------	-------	-----	-----	-----------------

(Cygnus, Cyg)

α	m 0,11	m 0,21	4	-2	+2	-5 v	84°	+2°	335
γ	0,49	0,83	6	+1	0	-8	78	+2	336
ε	0,73	1,27	44±5	+355	+325	-12 v	76	-6	337
δ	-0,01	-0,03	21±5	+45	+40	-21	79	+10	338
$\beta^{1,2}$	0,87	1,53	4±5	-3	-8	-24 v	62	+5	339
ζ	0,70	1,18	21±7	-3	-56	+17 v	77	-12	
ξ	1,20	2,10	2±7	+3	+2	-19,7 v	86	-2	340
τ	0,35	0,59	47±4	+159	+436	-21,1 v	83	-7	341
κ	0,63	1,10	23±7	+57	+122	-29,3 $v?$	84	+18	342
ι	0,11	0,18	16	+20	+127	-19,5	84	+15	
ϕ^1	0,97	1,73	5	0	0	-6,9 v	83	+7	343
η	0,74	1,26	9±5	-36	-29	-26,5	71	+3	344
ν	0,05	0,05	3±7	+8	-16	-27 v	83	-3	345
ϕ^2	1,20	2,12	8±5	-4	+5	-14,4 v	84	+7	346
41	0,36	0,59	7±5	+5	-3	-18,4	71	-5	347
ρ	0,71	4,21	15	-24	-91	+6,9	91	-5	
χ	2,4 v	4,2 v	14±9	-33	-42	-2	69	+3	348
52	0,77	1,30	12±5	-14	+28	-1,3	73	-8	349
σ	0,15	0,29	1	-5	-3	-4,1 v	84	-7	350
π^2	-0,05	-0,17	4	+3	-1	-12,3 v	95	-3	351
33	0,12	0,18	16±5	+61	+82	-26 v	91	+12	352
υ	0,05	-0,03	16±7	+9	-4	+4	81	-10	353
39	1,01	1,68	10±6	+37	-2	-14,6	72	-3	
θ	0,35	0,56	66±7	-28	+250	-28,0	83	+14	354
$\mu^{1,2}$	0,38	0,66	45±5	+287	-241	+18	81	-18	355

(Leo, Leo)

α	-0,02	-0,12	39±7	-248	+1	+4	226	+49	355
$\gamma^{1,2}$	0,85	1,47	19±6	+307	-152	-37	217	+55	356
β	0,06	0,08	76±5	-496	-122	-0	251	+71	357
δ	0,13	0,16	40±5	+146	-138	-21 $v?$	224	+67	358
ε	0,65	1,05	2±7	-44	-18	+4,68±0,2*	207	+48	
θ	0,05	0,02	19±6	-59	-85	+8	235	+65	
ζ	0,31	0,50	9±6	+19	-13	-15 v	210	+55	
ϕ	0,41	0,64	28±7	-142	-41	+27 v	225	+42	359
η	0,09	0,11	2	-1	-8	+3	220	+51	360
ρ	-0,05	-0,21	5±6	-7	-6	+42	235	+53	361
μ	0,91	1,49	22±6	-218	-59	+14	204	+50	
ι	0,39	0,60	47±7	+169	-81	-10 v	248	+64	362
σ	0,02	-0,05	16	-94	-17	-5 v	253	+60	
υ	0,72	1,24	15±8	+3	+38	+1,5	267	+57	
λ	1,23	2,13	20±5	-23	-44	+26 $v?$	207	+45	363
54	0,10	0,09	15 dyn	-72	-18	+4	212	+64	364
A	1,13	1,90	13	-81	-66	+41	229	+48	365
b	0,06	0,04	11±8	-10	+30	-10	223	+64	
κ	0,91	1,54	10	-28	-50	+28	202	+44	366
ϕ	0,27	0,38	14±10	-112	-41	-3	263	+52	

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
Летучая рыба								
γ^2	^h 07 ^m 09,6	^m 09,2	—70° 20'	0° 25'	^m 3,61 $v?$	G8III	^m 1,51	^m 0,91
β	08 24,6	25,2	—65 48	5 58	3,76 $v?$	K2III	2,26	1,12
ζ	07 43,0	42,4	—72 22	2 29	3,94	K0III	1,87	1,03
δ	07 16,9	16,9	—67 46	7 52	3,97	F8II	1,24	0,79
α	09 00,9	01,7	—66 00	6 12	4,00	A5V	0,27	0,14
ϵ	08 07,6	07,8	—68 19	8 28	4,34	B5III	—0,57	—0,12
Ли́ра								
α	18 33,6	35,2	+38 41	8 44	0,03 $v?$	A0V	0,00	0,00
γ	18 55,2	57,1	+32 33	2 37	3,24 $v?$	B9III	—0,13	—0,05
$\beta^{1,2}$	18 46,4	48,2	+33 15	3 18	3,42 v	Bpe	—0,57	0,00
R	18 52,3	53,8	+43 49	3 53	4,00 v	M5III	3,00	1,59
δ^2	18 51,0	52,8	+36 46	6 50	4,30 v	M4II	3,32	1,67
κ	18 16,4	18,1	+36 01	6 02	4,34 $v?$	K2III	2,36	1,17
ζ^1	18 41,3	43,0	+37 30	7 33	4,36 $v?$	A3 + A4m	0,35	0,19
θ	19 12,9	14,6	+37 57	8 03	4,37 v	K0II	2,48	1,25
η	19 10,4	12,1	+38 58	9 04	4,38 $v?$	B2IV	—0,81	—0,14
ϵ^2	18 41,1	42,7	+39 30	9 34	4,50 $v?$	A3n + A5	—	0,19
Лисичка								
α	19 24,6	26,6	+24 28	4 34	4,45	M0III	3,32	1,50
23	20 11,6	13,7	+27 30	7 39	4,52	K3III	2,37	1,26
Малая Медведица								
α	01 22,6	48,8	+88 46	9 02	2,02 v	F8Ib	0,98	0,60
β	14 51,0	50,8	+74 34	4 22	2,08 $v?$	K4III	3,24	1,47
γ	15 20,9	20,8	+72 11	2 01	3,05 $v?$	A3II—III	0,17	0,05
ϵ	16 56,2	51,0	+82 12	2 07	4,23 $v?$	G5III	1,45	0,90
5	14 27,7	27,6	+76 08	5 55	4,25	K4III	3,14	1,44
2	00 55,0	61,5	+85 43	5 59	4,26	K2III	2,54	1,21
ζ	15 47,6	45,8	+78 06	7 57	4,32 $v?$	A3Vn	0,09	0,04
δ	18 04,5	48,3	+86 37	6 37	4,36	A1Vn	0,05	0,02
Малый Конь								
α	21 10,8	13,3	+04 50	5 02	3,90	G0III+A5V	0,82	0,52
δ	21 09,6	12,0	+09 36	9 48	4,49	F7V	0,49	0,50
Малый Лев								
46	10 47,7	50,5	+34 45	4 29	3,80	K1III—IV	1,96	1,04
β	10 22,1	25,0	+37 13	6 58	4,21	G8III—IV	1,55	0,90
21	10 01,5	04,5	+35 44	5 29	4,49 $v?$	A7V	0,25	0,18
Малый Пес								
α	07 34,1	36,7	+05 29	5 21	0,37 $v?$	F5IV—V	0,45	0,42
β	07 21,7	24,4	+08 29	8 24	2,89 $v?$	B8Ve	—0,37	—0,09
γ	07 22,7	25,4	+09 08	9 14	4,30	K3III	2,96	1,43
G	07 57,1	60,0	+02 37	2 28	4,38 $v?$	K2III	2,53	1,25
Муха								
α	12 31,2	34,2	—68 35	8 52	2,71 $v?$	B3IV	—1,04	—0,20
β	12 40,2	43,2	—67 34	7 50	3,04	B2,5V	—0,92	—0,19
λ	11 40,9	43,2	—66 10	6 27	3,64 ($v?$)	A7II—III	0,31	0,16

$\star$	$V - R$	$V - I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
(Volans, Vol)									
γ^2	m 0,72	m 1,20	9 ± 8	+21	+103	+3	282°	-24°	367
β	0,84	1,40	33 ± 9	-27	-159	+27	280	-16	368
ζ	0,79	1,32	11 ± 12	+26	+12	+48	285	-22	369
δ	0,67	1,05	5 ± 5	-3	-26	+23	279	-23	
α	0,16	0,22	44 ± 11	-2	-104	+5 v	283	-13	370
ε	-0,03	-0,12	5	-27	+21	+10 v	282	-19	371
(Lyra, Lyr)									
α	-0,04	-0,07	123 ± 5	+200	+281	-13,9	67	+19	372
γ	-0,03	-0,04	11 ± 5	-6	-3	-21,5 v	63	+13	373
$\beta_{1,2}$	0,11	0,13	3	+1	-7	-19,2 v	63	+15	374
R	2,05	3,96	6	+19	+77	-28,3 v	74	+18	375
δ^2	1,78	3,41	9	-14	+7	-26,6	67	+15	376
κ	0,86	1,41	8 ± 5	-23	+42	-22,3	64	+22	377
ζ^1	0,15	0,23	25 ± 5	+23	+21	-26 v	67	+17	378
θ	0,87	1,46	8	-5	0	-30,9	70	+12	379
η	-0,10	-0,25	4	-1	0	-8,2	71	+13	380
ε^2	—	—	15 ± 5	+2	+61	-24	69	+18	381
(Vulpecula, Vul)									
α	1,21	2,18	12 ± 6	-128	-107	-85,5	59	+3	
23	0,96	1,67	7	-41	+8	+3	67	-4	
(Ursa Minor, UMi)									
α	0,49	0,80	+3	+46	-4	-17 v	123	+26	382
β	1,11	1,87	31 ± 5	-32	+7	+16,9	113	+40	383
γ	0,08	0,14	18	-20	+16	-3,9 v	108	+41	384
ε	0,70	1,17	14 ± 11	+14	-1	-11,4 v	115	+31	385
5	1,05	1,80	17 ± 5	+8	+18	+10,1	115	+40	386
2	0,89	1,49	13	+82	-6	+9	123	+23	
ζ	0,06	0,07	11 ± 6	+19	-4	-16 v	113	+36	387
δ	0,05	0,04	1 ± 5	+11	+51	-7,6	119	+28	
(Equuleus, Equ)									
α	0,44	0,79	13 ± 5	+54	-84	-16,2 v	56	-29	388
δ	0,43	0,71	53 ± 4	+43	-303	-15 v	60	-26	389
(Leo Minor, LMi)									
46	0,83	1,37	17 ± 6	+90	-286	+16	190	+64	
β	0,69	1,15	21 ± 5	-120	-110	+6	186	+58	390
21	0,18	0,25	27	+52	-2	-18 $v?$	189	+54	391
(Canis Minor, CMi)									
α	0,42	0,65	288 ± 4	-706	-1032	-3 v	214	+13	392
β	-0,01	-0,07	18 ± 6	-50	-42	+22 v	210	+12	393
γ	1,11	1,90	16	-62	+14	+47 v	209	+12	394
G	0,99	1,66	18	-31	+102	+70,1*	219	+17	395
(Musca, Mus)									
α	-0,07	-0,31	15	-32	-18	+18 v	302	-6	396
β	-0,08	-0,29	15 dyn	-28	-30	+42 v	302	-5	397
λ	0,15	0,23	—	-92	+27	+16	297	-5	398

*	α_{1800}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
	^h ^m	^m			^m		^m	^m
δ	12 55,4	58,8	—71°01'	1°17'	3,61	K2III	2,44	1,18
γ	12 26,5	29,5	—71 35	1 51	3,86	B5V	—0,78	—0,16
ϵ	12 12,2	14,8	—67 24	7 41	4,16 <i>v?</i>	M5III	3,10	1,56
Насос								
α	10 22,6	24,9	—30 34	0 49	4,25 <i>v?</i>	K4,5III	3,08	1,45
ϵ	09 25,1	27,2	—35 31	5 44	4,51	M0III	3,12	1,44
Наугольник								
γ^2	16 12,4	16,1	—49 55	0 02	4,02	G8III	2,25	1,08
Овен								
α	02 01,5	04,3	+22 59	3 14	2,00 <i>v?</i>	K2III	2,28	1,15
β	01 49,1	51,9	+20 19	0 34	2,65 <i>v?</i>	A5V	0,23	0,13
ϵ	02 44,1	47,0	+26 51	7 03	3,63 <i>v?</i>	B8V	—0,48	—0,10
$\gamma^{1,2}$	01 48,0	50,8	+18 48	9 03	3,88 <i>v?</i>	B9V + Alp	—0,17	—0,04
δ	03 50,9	08,8	+19 21	9 31	4,34 <i>v?</i>	K2III	1,93	1,03
999	03 14,3	17,3	+28 41	8 52	4,47	K3II—III	3,33	2,08
39	02 42,0	44,9	+28 50	9 02	4,51	K1III	2,14	1,11
Октант								
ν	21 30,4	36,0	—77 50	7 37	3,75	K0III	1,89	0,99
β	22 35,8	41,1	—81 54	1 39	4,14	dA9	0,30	0,21
δ	14 10,9	18,9	—83 13	3 29	4,31	dK1	2,76	1,31
Орел								
α	19 45,9	48,3	+08 36	8 44	0,76	A7IV—V	0,31	0,22
γ	19 41,5	43,9	+10 22	0 29	2,72	K3II	3,20	1,52
ζ	19 00,8	03,1	+13 43	3 47	2,99 <i>v?</i>	B9,5Vn	0,00	0,01
θ	20 06,2	08,7	—01 07	0 58	3,24	B9,5III	—0,20	—0,07
δ	19 20,4	23,0	+02 55	3 01	3,36 <i>v?</i>	F0IV	0,36	0,32
λ	19 01,0	03,6	—05 02	4 58	3,43	B9Vn	—0,36	—0,09
η	19 47,4	49,9	+00 45	0 52	3,50 <i>v</i>	F6Ib	1,82	1,03
β	19 50,4	52,9	+06 09	6 17	3,72 <i>v?</i>	G8IV	1,35	0,86
ϵ	18 55,1	57,4	+14 56	5 00	4,02	K2III	2,12	1,08
i	18 56,3	59,0	—05 53	5 49	4,02 <i>v?</i>	K1III	2,13	1,09
71	20 33,2	35,8	—01 27	1 17	4,33 <i>v?</i>	G8III	1,65	0,96
ι	19 31,6	34,1	—01 31	1 24	4,36 <i>v?</i>	B5III	—0,53	—0,09
μ	19 29,2	31,6	+07 10	7 16	4,45 <i>v?</i>	K3III	2,42	1,18
Орион								
β	05 09,7	12,1	—08 19	8 15	0,13 <i>v?</i>	B8Ia	—0,68	—0,03
α	05 49,8	52,5	+07 23	7 24	0,42 <i>v</i>	M2Iab	3,96	1,84
γ	05 19,8	22,4	+06 16	6 18	1,64 <i>v?</i>	B2III	—1,10	—0,22
ϵ	05 31,1	33,7	—01 16	1 14	1,69	B0Ia	—1,21	—0,18
ζ	05 35,7	38,2	—02 00	1 58	1,77	O9,5Ib	—1,27	—0,21
κ	05 43,0	45,4	—09 42	9 41	2,05 <i>v?</i>	B0,5Ia	—1,20	—0,18
δ	05 26,9	29,4	—00 22	0 20	2,24 <i>v</i>	O9,5II	—1,28	—0,22
ι	05 30,5	33,0	—05 59	5 56	2,77 <i>v?</i>	O9III	—1,32	—0,24
π^3	04 44,4	47,1	+06 47	6 52	3,19 <i>v?</i>	F6V	0,45	0,46
η	05 19,4	22,0	—02 29	2 26	3,35 <i>v</i>	B0,5V	—1,10	—0,17
λ	05 29,6	32,4	+09 52	9 54	3,39 <i>v?</i>	O8/B0,5V	—1,22	0,19

*	$V - R$	$V - I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
δ	^m 0,88	^m 1,47	23 ± 9	+273	-38	+37 <i>v</i>	304°	-9°	399
γ	-0,02	-0,19	12	-44	-12	+14 <i>v</i> ?	301	-9	
ε	1,90	3,64	38 ± 10	-234	-36	+7 <i>v</i>	300	-5	400
(Antlia, Ant)									
α	1,10	1,89	17 ± 10	-77	+8	+13 <i>v</i>	270	+22	401
ε	1,01	1,77	8	-27	-9	+22	263	+11	
(Norma, Nor)									
γ^2	0,78	1,36	37 ± 10	-165	-59	-29,2	333	+0	402
(Aries, Ari)									
α	0,84	1,46	43	+192	-146	-14,40*	145	-36	403
β	0,14	0,22	63	+98	-110	-2 <i>v</i>	142	-40	404
ζ	-0,02	-0,13	31	+67	-113	+4 <i>v</i>	153	-29	405
$\gamma^{1,2}$	0,01	-0,04	21	+78	-103	+4	143	-41	406
δ	0,77	1,28	25	+153	-7	+25	163	-32	407
999	1,20	2,08	12	+1	-14	-2	158	-23	
39	0,80	1,38	22	+151	-121	-16	151	-27	
(Octans, Oct)									
ν	—	—	45 ± 9	+53	-231	+34,4 <i>v</i>	314	-35	408
β	—	—	—	-49	+3	+23,9 <i>v</i>	308	-34	409
δ	—	—	16	-92	-14	+4,6	306	-21	
(Aquila, Aql)									
α	0,14	0,28	198 ± 4	+535	+383	-26,3	48	-9	410
γ	1,07	1,82	6 ± 5	+13	-1	-2,63*	49	-7	
ζ	0,01	0,01	36 ± 7	-9	-101	-26,3 <i>v</i>	47	+3	411
θ	-0,07	-0,12	8 ± 5	+35	+5	-27,3 <i>v</i>	42	-18	412
δ	0,25	0,41	62 ± 5	+255	+79	-29,9 <i>v</i>	40	-6	413
λ	-0,03	-0,12	25 ± 5	-25	-89	-14	30	-6	
η	0,75	1,28	5 ± 5	+7	-8	-14,8 <i>v</i>	41	-13	414
β	0,66	1,15	70 ± 4	+39	-483	-39,8	46	-11	415
ε	0,76	1,28	25 ± 6	-57	-75	-48 <i>v</i>	47	+5	416
i	0,79	1,33	17 ± 5	-24	-34	-43,9	29	-5	417
71	0,67	1,13	5 ± 5	+10	-20	-5,6 <i>v</i>	45	-24	418
ι	0,02	-0,06	2 ± 13	0	-18	-22	37	-11	419
μ	0,88	1,49	38 ± 6	+211	-157	-23,9	44	-4	420
(Orion, Ori)									
β	0,01	-0,01	3	+1	0	+21 <i>v</i>	209	-25	421
α	1,64	2,92	5	+27	+7	+21 <i>v</i>	200	-9	422
γ	-0,09	-0,31	26	-6	-14	+18,5	197	-16	423
ε	-0,07	-0,24	2	0	0	+26,1	205	-17	424
ζ	-0,08	-0,28	22	+4	-2	+18,1	206	-17	425
κ	-0,02	-0,20	9	+4	-2	+20,6 <i>v</i> ?	215	-18	426
δ	-0,08	-0,30	4	+9	-3	+16 <i>v</i>	204	-18	427
ι	-0,07	-0,26	21	+3	+4	+21,5 <i>v</i>	210	-20	428
π^3	0,42	0,68	125	+468	+18	+24,1	191	-23	429
η	-0,09	-0,30	4	+7	+4	+20 <i>v</i>	205	-20	430
λ	-0,07	-0,24	6	+1	-6	+34	195	-12	431

	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B + V$
	^h ^m	^m			^m		^m	^m
τ	05 12,8	15,2	—06°57'	6°54'	3,59	B5III	—0,58	—0,12
π^4	04 45,9	48,5	+05 26	5 31	3,68 $v?$	B2III	—0,97	—0,16
π^5	04 49,0	51,6	+02 17	2 22	3,73 v	B2III	—1,01	—0,19
σ	05 33,7	36,2	—02 39	2 38	3,80	O9,5V	—1,25	—0,24
o^2	04 40,8	53,6	+13 21	3 26	4,06	K2III	2,25	1,15
φ^2	05 31,4	34,2	+09 14	9 16	4,09	K0III	1,61	0,95
e	05 19,1	21,5	—07 54	7 51	4,12	G8III	1,66	0,96
μ	05 56,9	59,6	+09 39	9 39	4,13 $v?$	A2m	0,27	0,16
A	05 25,4	28,1	+05 52	5 55	4,20	B5IV—VIII	—0,69	—0,13
π^2	04 45,2	47,9	+08 44	8 49	4,35	A1Vn	0,04	0,01
χ^1	05 48,5	51,4	+20 15	0 16	4,41	G0V	0,67	0,59
φ^1	05 29,3	32,1	+09 25	9 27	4,41	B0IV	—1,12	—0,15
v	06 01,1	04,7	+14 47	4 47	4,42	B3V	—0,82	—0,15
ρ	05 08,1	10,7	+02 45	2 48	4,45 $v?$	K3III	2,33	1,19
π^6	04 53,4	56,0	+01 34	1 38	4,46 $v?$	K2II	2,96	1,40
ξ	06 06,2	09,1	+14 14	4 13	4,48	B3V	—0,83	—0,17
2113	05 55,0	57,5	—03 05	3 05	4,52 $v?$	K2III	2,43	1,22

Павлин

α	20 17,7	21,7	—57 03	6 54	1,94 $v?$	B3IV	—0,91	—0,20
β	20 36,0	40,5	—66 34	6 23	3,41	A5IV	0,28	0,16
δ	19 59,1	63,8	—66 27	6 19	3,56 $v?$	G5IV	1,22	0,76
η	17 35,9	40,8	—64 41	4 42	3,61	K1III	2,36	1,10
ε	19 49,0	54,0	—73 10	3 03	3,93 $v?$	A0V	—0,08	—0,03
ζ	18 31,4	37,2	—71 31	1 28	4,00	K2III	2,16	1,14
λ	18 43,0	47,6	—62 18	2 15	4,21 $v?$	B2II—III	—1,03	—0,15
γ	21 18,2	22,3	—65 49	5 36	4,22 $v?$	F8V	0,35	0,48
π	17 59,0	63,8	—63 40	3 40	4,34 $v?$	A5V	0,40	0,22
ξ	18 14,0	18,6	—61 32	1 31	4,36	K2III	3,03	1,48

Паруса

γ^2	08 06,4	08,0	—47 03	7 12	1,83 $v?$	WC7+B1IV	—1,19	—0,25
δ	08 42,0	43,3	—54 21	4 31	1,96	A0V	0,11	0,04
λ	09 04,3	06,2	—43 02	3 14	2,21 $v?$	K4Ib—Ila	3,46	1,65
κ	09 19,0	20,6	—54 35	4 48	2,50	B2IV	—0,93	—0,18
μ	10 42,5	44,6	—48 54	9 09	2,69	G5III	1,47	0,90
φ	09 53,4	55,1	—54 06	4 20	3,53	B5II	—0,71	—0,09
ψ	09 26,8	28,7	—40 02	0 15	3,60 $v?$	F2IV	0,29	0,36
o	08 37,4	38,9	—52 35	2 45	3,60 $v?$	B3III	—0,80	—0,18
c	09 00,7	02,4	—46 42	6 54	3,75	K2III	2,41	1,20
b	08 37,3	39,0	—46 18	6 28	3,83 ($v?$)	F2Ia	0,98	0,70
p	10 33,1	35,2	—47 42	7 58	3,84	F4IV+AIV	0,37	0,30
q	10 10,5	12,6	—41 38	1 52	3,85	A2V	0,13	0,05
a	08 42,6	44,3	—45 41	5 51	3,91	A0III	—0,05	0,00
d	08 40,8	42,6	—42 17	2 28	4,07	sgG5	1,39	0,87
4522	11 41,7	44,1	—60 37	0 54	4,10	G3III	1,48	0,90
e	08 34,1	35,9	—42 38	2 49	4,14	A9II	0,23	0,10
x	10 35,3	37,3	—55 05	5 21	4,27	G2II	1,78	1,03
γ^1	08 06,4	08,0	—47 03	7 12	4,27	B3n	—1,14	—0,24
M	09 33,2	35,0	—48 54	9 08	4,35	dA5	0,29	0,17
i	10 55,6	57,9	—41 41	1 57	4,39	A2IV	0,23	0,11
w	08 56,4	58,2	—40 52	1 04	4,45	F8III	1,03	0,65
l	10 17,2	19,0	—55 32	5 47	4,50	B3IV	—0,70	—0,12

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Приме- чение
τ	m -0,02	m -0,13	8	-15	-5	+20,1	208°	-24°	432
π^4	-0,05	-0,21	2	-1	+2	+23 v	193	-24	433
π^5	-0,06	-0,26	2	-1	0	+23 v	196	-25	434
σ	-0,08	-0,32	2	0	+4	+29,2 v	207	-17	435
o^2	0,88	1,51	16	-73	-48	+1	187	-18	436
φ^2	0,76	1,31	24	+93	-305	+98,8	196	-12	
e	0,72	1,22	6	-15	-42	-18,2	210	-23	
μ	0,19	0,27	29	+16	-29	+45	199	-6	437
A	-0,06	-0,20	1	+12	-34	+19	198	-15	438
π^2	0,06	0,06	29	+4	-31	+24 v	190	-22	
χ^1	0,51	0,82	101	-184	-87	-13,5	188	-3	
φ^1	-0,01	-0,18	2	+4	-4	+33,2 v	195	-12	439
ν	-0,06	-0,22	7	+9	-27	+20 v	195	-3	440
ρ	0,85	1,44	8	+1	-5	+41 v	198	-20	441
π^6	1,05	1,75	12	+1	-2	+14	198	-24	442
ξ	-0,06	-0,21	7	+6	-23	+24 v	196	-2	
2113	0,93	1,60	24	+9	-70	+25,9	210	-13	443
(Pavo, Pav)									
α	-0,09	-0,25	14	+7	-87	+2,0 v	341	-35	444
β	—	—	26 ± 11	-44	+14	+9,8	329	-34	
δ	0,61	0,95	170 ± 7	+1187	-1145	-21,5	330	-32	445
η	—	—	17 ± 11	-9	-59	-7,6	328	-18	
ϵ	—	—	10 ± 9	+78	-138	-2	322	-31	446
ζ	—	—	27 ± 10	0	-163	-17,0	323	-25	447
λ	—	—	—	-6	-23	+20,4 v	334	-24	448
γ	0,47	0,77	111 ± 8	+88	+800	-30	328	-40	449
π	—	—	24 ± 8	+15	-190	-15,6 v	330	-20	450
ξ	—	—	10 ± 8	-3	0	+12,2 v	333	-20	451
(Vela, Vel)									
γ^2	-0,02	-0,17	6	-10	+4	+35	263	-8	452
δ	0,05	0,09	43 ± 7	+17	-84	+2	272	-7	453
λ	1,24	2,18	15 ± 8	-25	+7	+18	266	+3	454
κ	-0,04	-0,24	7 ± 11	-12	+1	+22 v	276	-4	455
μ	0,68	1,17	22 dyn	+64	-56	+5	283	+9	456
φ	0,04	-0,04	9	-14	+2	+14	279	+0	457
ψ	0,36	0,58	59 ± 6	-192	+68	+5	267	+8	458
o	-0,06	-0,24	7	-26	+14	+17 v	270	-7	459
c	0,82	1,42	14 ± 10	-56	-16	+24	268	-0	
b	0,63	1,23	23 ± 10	-12	-3	+25 v	265	-3	460
p	0,25	0,41	33 ± 7	-152	-26	+19,2 v	281	+9	461
q	0,02	0,04	28 ± 9	-152	+31	+8 v	274	+12	462
a	0,05	0,18	-4 ± 10	-10	-5	+24	265	-2	
d	0,63	1,13	43 ± 11	-19	+16	-2	262	+0	463
4522	0,68	-1,12	6	-26	-27	-4	295	+1	
e	0,15	0,31	12 ± 10	-13	0	+19	262	-1	
x	0,75	1,23	15 ± 11	-17	-10	+20	285	+3	464
γ^1	-0,11	-0,29	5	-13	-9	+20 v	263	-8	465
M	0,15	0,25	19 ± 9	-112	+22	+21	274	+2	466
i	0,13	0,20	-3 ± 10	+18	0	-5	282	+16	
w	0,55	0,96	23 ± 10	-44	+41	-7 v	263	+3	467
l	-0,02	-0,11	8	-16	-4	+10	283	+1	468

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
Перас								
ϵ	21 39,3	41,7	+09°25	9°39'	2,39 $v?$	K2Ib	3,22	1,52
β	22 58,9	61,3	+27 32	7 49	2,42 v	M2II—III	3,63	1,67
α	22 59,8	62,3	+14 40	4 56	2,48 $v?$	B9V	—0,10	—0,04
γ	00 08,1	10,7	+14 38	4 54	2,84 v	B2IV	—1,09	—0,23
η	22 38,3	40,7	+29 42	9 58	2,95 $v?$	G8II—III+F0	1,43	0,86
ζ	22 36,5	39,0	+10 19	0 34	3,40	B8V	—0,33	—0,09
μ	22 45,2	47,6	+24 04	4 20	3,48	G8III	1,62	0,94
θ	22 05,2	07,7	+05 42	5 57	3,52 $v?$	A3Vn	0,17	0,07
ι	22 02,4	04,7	+24 51	5 06	3,76	F5V	0,41	0,44
λ	22 41,7	44,1	+23 02	3 18	3,94	G8II—III	1,99	1,08
1	21 17,5	19,8	+19 23	9 35	4,09	K1III	2,16	1,11
κ	21 40,1	42,4	+25 11	5 25	4,12	F5IV	0,47	0,44
ξ	22 41,7	44,2	+11 40	1 55	4,19	F7V	0,48	0,50
π	22 05,6	07,8	+32 41	2 56	4,29	F5II—III	0,64	0,46
9	21 39,8	42,1	+16 53	7 07	4,33 $v?$	G5Ib	2,14	1,18
v	23 20,4	22,9	+22 51	3 08	4,41	F8IV	0,75	0,61
55	23 02,0	04,5	+08 52	9 08	4,51 $v?$	M2III	3,46	1,58
Персей								
α	03 17,2	20,7	+49 30	9 41	1,80 $v?$	F5Ib	0,87	0,48
β	03 01,7	04,9	+40 34	0 46	2,12 v	B8V	—0,42	—0,05
ζ	03 47,8	51,0	+31 35	1 44	2,85 $v?$	B1Ib	—0,66	0,12
ϵ	03 51,1	54,5	+39 43	9 52	2,89 $v?$	B0,5V	—1,18	—0,18
γ	02 57,6	61,2	+53 07	3 19	2,93	G8III+A3	1,15	0,70
δ	03 35,8	39,4	+47 28	7 38	3,01 $v?$	B5III	—0,63	—0,12
ρ	02 58,8	62,0	+38 27	8 39	3,39 v	M4II—III	3,44	1,65
ν	03 38,4	41,8	+42 16	2 25	3,77 $v?$	F5II	0,74	0,42
η	02 43,4	47,0	+55 29	5 41	3,77	K3Ib+B9V	3,60	1,69
κ	03 02,8	06,1	+44 29	4 40	3,77 $v?$	K0III	1,81	0,98
o	03 38,0	41,2	+31 58	2 08	3,83 v	B1III	—0,70	0,05
τ	02 47,2	50,7	+52 21	2 34	3,95 $v?$	G4III+A4V	1,21	0,75
MX	04 01,4	05,0	+47 27	7 35	4,03 v	B3Vpe	—0,58	—0,03
ξ	03 52,5	55,7	+35 30	5 39	4,04 $v?$	O7	—0,91	0,02
ι	03 01,9	05,4	+49 14	9 25	4,05	G0V	0,71	0,60
φ	01 37,4	40,5	+50 11	0 26	4,06 v	B1pe (III, V)	—0,96	—0,04
θ	02 37,4	40,8	+48 48	9 01	4,13	F7V	0,49	0,49
μ	04 07,6	11,2	+48 09	8 17	4,14 $v?$	G0Ib	1,59	0,95
16	02 44,3	47,4	+37 54	8 07	4,23	F2III	0,42	0,34
ψ	03 29,4	32,9	+47 52	8 02	4,23	B5e	—0,62	—0,06
e	04 29,8	33,2	+41 04	1 10	4,27	K4III+A3V	2,01	1,22
λ	03 59,1	62,8	+50 05	0 13	4,29	A0IVn	—0,02	0,02
σ	03 23,5	27,0	+47 39	7 49	4,35 $v?$	K3III	2,87	1,34
Печь								
α	03 07,8	09,9	—29 23	9 11	3,85 $v?$	F8IV	0,56	0,51
β	02 44,9	47,0	—32 50	2 37	4,46	G6III	1,68	0,99

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
(Pegasus, Peg)									
ε	m 1,05	m 1,81	4	+25	+2	$+4,89 \pm 0,3^*$	66°	—31°	469
β	1,50	2,82	15 ± 5	+188	+139	+9	96	—29	470
α	0,01	—0,02	30 ± 5	+58	—41	—3,5 v	88	—40	471
γ	—0,10	—0,29	7	—1	—10	+4 v	109	—47	472
η	0,64	1,12	14	+10	—25	+4,3 v	92	—25	473
ζ	—0,04	—0,11	18	+77	—8	+7	79	—41	474
μ	0,68	1,15	32 ± 7	+145	—41	+13,9	91	—31	
θ	0,05	0,09	42 ± 5	+272	+30	—6 v	67	—39	475
ι	0,40	0,65	74 ± 5	+295	+24	—4 v	82	—24	476
λ	0,76	1,27	37 ± 6	+52	—12	—3,9	89	—31	
1	0,79	1,33	13 ± 6	+105	+65	—76	70	—21	477
κ	0,37	0,62	28 ± 4	+33	+10	—8,1 v	78	—21	478
ξ	0,43	0,74	47 ± 7	+229	—495	—5,3	81	—40	479
π	0,39	0,66	3 ± 7	—15	—22	+2	88	—19	
9	0,80	1,36	4 ± 5	+7	—13	—22,3	72	—26	
v	0,54	0,86	28 ± 7	+188	+37	—11,1	99	—35	
55	1,26	2,28	11 ± 5	+7	—12	—5,4	85	—46	
(Perseus, Per)									
α	0,45	0,78	29	+25	—24	$—2,85 \pm 0,4^*$	147	—6	480
β	—0,04	0,01	37	+6	—1	+4 v	149	—15	481
ζ	0,14	0,23	7	+10	—11	$+17,7 \pm 0,9^*$	162	—17	482
ε	—0,07	—0,25	3	+23	—28	+1 v	157	—10	483
γ	0,59	1,04	11	+3	—3	+3 v	142	—4	484
δ	0,02	—0,09	7	+30	—35	—9 v	150	—6	485
ρ	1,80	3,42	8	+132	—106	+28	150	—17	486
v	0,41	0,67	14	—10	+2	—15	154	—10	487
η	1,23	2,12	4	+21	—11	—1	139	—3	488
κ	0,74	1,24	29	+181	—155	+29	147	—11	489
$\omicron$	0,12	0,12	16	+11	—12	+17	160	—18	490
τ	0,62	1,06	12	+2	—4	+2 v	141	—6	491
MX	0,12	0,10	15	+25	—30	+3	154	—3	492
ξ	0,16	0,15	2	+9	—1	+70 v	160	—13	493
ι	0,53	0,82	84	+1267	—81	+50	145	—7	
φ	0,16	0,18	18	+24	—14	+1 v	131	—11	494
θ	0,46	0,76	77	+337	—87	+25	141	—10	495
μ	0,79	1,33	12	+10	—22	+8 v	154	—2	496
16	0,30	0,53	20	+190	—106	+14	147	—19	
ψ	0,10	0,09	8	+27	—26	0	149	—6	
e	0,98	1,67	20	—11	—18	+5 v	162	—4	497
λ	0,08	0,10	19	—7	—37	+6	152	—1	
σ	1,09	1,83	2	+6	+22	+16	148	—7	498
(Fornax, For)									
α	0,46	0,77	70	+331	+642	—21	225	—59	499
β	0,76	1,30	18	+91	+163	+17 $v?$	232	—64	

α	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
Райская птица								
α	$14^h 35,4^m$	$41,6^m$	$-78^\circ 37'$	$8^\circ 50'$	$3,82^m$	K5III	$3,11^m$	$1,43^m$
γ	$16 18,1$	$25,7$	$-78 40$	$8 47$	$3,88$	K0IV	$1,53$	$0,91$
β	$16 28,8$	$35,9$	$-77 18$	$7 25$	$4,23$	K0III	$2,01$	$1,06$
Рак								
α	$08 53,0$	$55,8$	$+12 15$	$2 03$	$4,26 (v?)$	A5m	$0,32$	$0,16$
δ	$08 39,0$	$41,8$	$+18 31$	$8 20$	$3,94$	K0III	$2,07$	$1,08$
ι	$08 40,6$	$43,7$	$+29 08$	$8 57$	$4,02 v?$	G8II/A3V	$1,81$	$1,03$
β	$08 11,1$	$13,8$	$+09 30$	$9 20$	$3,53 v?$	K4III	$3,25$	$1,48$
Резец								
α	$04 37,3$	$38,9$	$-42 03$	$1 58$	$4,45$	F2V	$0,34$	$0,34$
РЫБЫ								
η	$01 26,1$	$28,8$	$+14 50$	$5 05$	$3,62 v?$	G8III	$1,71$	$0,97$
γ	$23 12,0$	$14,6$	$+02 44$	$3 01$	$3,69$	G8III	$1,52$	$0,91$
α	$01 56,9$	$59,5$	$+02 17$	$2 31$	$3,82 v?$	A0p + A3m	$-0,07$	$0,02$
ω	$23 54,2$	$56,7$	$+06 19$	$6 35$	$4,01$	F4IV	$0,49$	$0,42$
ι	$23 34,8$	$37,4$	$+05 05$	$5 21$	$4,13$	F7V	$0,51$	$0,51$
σ	$01 40,1$	$42,8$	$+08 39$	$8 54$	$4,26$	G9III	$1,70$	$0,96$
ε	$00 57,8$	$60,3$	$+07 21$	$7 37$	$4,28$	K0III	$1,67$	$0,96$
θ	$23 22,9$	$25,4$	$+05 50$	$6 06$	$4,28$	K1III	$2,08$	$1,08$
30	$23 56,8$	$59,4$	$-06 34$	$6 18$	$4,41 v?$	M3III	$3,47$	$1,63$
ν	$01 36,2$	$38,8$	$+04 59$	$5 14$	$4,44$	K3III	$2,92$	$1,36$
δ	$00 43,5$	$46,1$	$+07 02$	$7 19$	$4,44$	K5III	$3,39$	$1,51$
τ	$01 06,2$	$08,9$	$+29 34$	$9 49$	$4,51$	K0III—IV	$2,10$	$1,10$
λ	$23 37,0$	$39,5$	$+01 14$	$1 30$	$4,51$	A7V	$0,28$	$0,21$
РЫСЬ								
α	$09 15,0$	$18,0$	$+34 49$	$4 36$	$3,13 v?$	M0III	$3,50$	$1,55$
38	$09 12,6$	$15,7$	$+37 14$	$7 01$	$3,82$	A3V	$0,11$	$0,06$
31	$08 16,0$	$19,4$	$+43 31$	$3 21$	$4,25 v$	K5III	$3,46$	$1,55$
15	$06 48,6$	$53,0$	$+58 33$	$8 29$	$4,35$	G5III—IV	$1,36$	$0,85$
2	$06 10,8$	$15,2$	$+59 03$	$9 02$	$4,48 v?$	A2Vs	$0,04$	$0,01$
Северная Корона								
α	$15 30,5$	$32,6$	$+27 03$	$6 53$	$2,24 v$	A0V	$-0,05$	$-0,02$
β	$15 23,7$	$25,8$	$+29 27$	$9 17$	$3,68 v$	F0IIIp	$0,40$	$0,29$
γ	$15 38,6$	$40,6$	$+26 37$	$6 27$	$3,85 v?$	A1Vs	$-0,05$	$-0,01$
θ	$15 28,9$	$30,9$	$+31 42$	$1 32$	$4,13$	B7nn	$-0,68$	$-0,13$
ε	$15 53,6$	$55,5$	$+27 10$	$7 01$	$4,15$	K3III	$2,51$	$1,23$
Секстант								
α	$10 02,8$	$05,4$	$+00 07$	$-0 08$	$4,50$	A0III	$-0,10$	$-0,04$
Сетка								
α	$04 13,1$	$13,8$	$-62 43$	$2 36$	$3,34$	G6II	$1,53$	$0,91$
β	$03 43,0$	$43,6$	$-65 07$	$4 58$	$3,84$	K0IV	$2,23$	$1,14$
ε	$04 14,8$	$15,6$	$-59 33$	$9 25$	$4,44$	K2IVa	$2,15$	$1,08$
γ	$03 59,4$	$60,2$	$-62 26$	$2 18$	$4,51 v?$	gM5	$3,44$	$1,66$

*	$V - R$	$V - I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
(Apus, Aps)									
α	—	—	20 ± 10	—2	—25	—0,1	308°	—17°	500
γ	—	—	48 ± 11	—120	—74	+5,4 v	313	—20	
β	—	—	27 ± 7	—284	—350	—30,7	314	—20	
(Cancer, Cnc)									
α	0,14	0,18	18 ± 6	+35	—37	—14	216	+34	501
δ	0,78	1,32	1 ± 6	—14	—236	+17	208	+33	502
ι^1	0,75	1,24	21 ± 5	—20	—47	+16	196	+37	503
β	1,12	1,90	14 ± 5	—46	—51	+21	214	+23	504
(Caelum, Cae)									
α	0,34	0,55	38	—148	—80	+1	246	—41	505
(Pisces, Psc)									
η	0,72	1,22	18	+26	—6	+15	137	—46	506
γ	0,72	1,23	25 ± 5	+756	+22	—13,6	82	—52	507
α	0,08	0,08	25	+33	+1	+9 v	155	—56	
ω	0,38	0,62	12 ± 6	+147	—111	+1,9 v	101	—54	
ι	0,44	0,75	64 ± 7	+371	—435	4,69 $\pm$ 0,3*	92	—53	508
σ	0,74	1,22	18	+71	+53	+14	145	—51	
ε	0,78	1,30	29	—82	+29	+7	128	—55	
θ	0,80	1,33	14 ± 5	—127	—43	+5,8	89	—51	509
30	1,56	2,97	43 ± 11	+48	—33	—11,8	92	—66	
ν	1,06	1,77	34	—24	+5	0	145	—55	
δ	1,17	2,04	16	+83	—47	+32	122	—55	510
τ	0,82	1,40	20	+69	—36	+30 v	128	—33	
λ	0,18	0,28	24 ± 7	—135	—146	+12,4	90	—57	
(Lynx, Lyn)									
α	1,23	2,13	21 ± 6	—217	+13	+38	190	+45	510
38	0,12	0,15	33 ± 7	—30	—129	+2 v	187	+44	511
31	1,20	2,08	20 ± 6	—14	—103	+24	177	+34	512
15	0,65	1,09	12	+1	—134	+8,9	158	+24	513
2	0,06	0,05	35	—5	+22	—3,6	156	+19	
(Corona Borealis, CrB)									
α	0,03	—0,01	43 ± 6	+119	—98	+1,7 v	42	+54	514
β	0,18	0,23	31 ± 6	—181	+81	—18,7 v	46	+56	515
γ	—0,03	—0,05	26 ± 5	—106	+38	—10,5 v	42	+52	516
θ	—0,05	—0,16	20 ± 7	—26	—22	—25	50	+55	517
ε	0,89	1,51	21 ± 6	—82	—68	—30,5	44	+49	
(Sextans, Sex)									
α	0,06	0,01	8 ± 11	—16	—13	+7	241	+42	
(Reticulum, Ret)									
α	0,66	1,10	8	+43	+48	+36	274	—42	518
β	0,80	1,36	42	+305	+78	+50	279	—44	519
ε	0,83	1,38	58	—55	—165	+29 v ?	270	—42	520
γ	1,66	3,10	—	—2	+26	—7 v	275	—43	521

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U-V$	$B-V$
Скорпион								
α	^h 16 ^m 23,3	^m 26,3	—26°13'	6°19'	^m 0,91 <i>v</i>	M1Ia+dB4	^m 3,17	^m 1,84
λ	17 26,8	30,2	—37 02	7 04	1,63	B1V	—1,11	—0,22
θ	17 30,1	33,7	—42 56	2 58	1,87	F0Ib	0,62	0,40
ε	16 43,7	46,9	—34 07	4 12	2,29 <i>v?</i>	K2,5III	2,32	1,16
δ	15 54,4	57,4	—22 20	2 29	2,32	B0V	—1,02	—0,12
κ	17 35,6	39,0	—38 59	9 00	2,41	B2IV	—1,09	—0,21
β^1	15 59,6	62,5	—19 32	9 40	2,59 <i>v?</i>	B0,5V+B2V	—0,94	—0,08
υ	17 24,0	27,4	—37 13	7 15	2,68	B3Ib	—1,04	—0,23
τ	16 29,6	32,8	—28 01	8 07	2,81	B0V	—1,26	—0,25
σ	16 15,1	18,1	—25 21	5 28	2,88 <i>v</i>	B1III	—0,56	0,13
π	15 52,8	55,8	—25 50	5 58	2,91 <i>v?</i>	B1V	—1,09	—0,20
ι^1	17 40,6	44,1	—40 05	0 07	2,98	F2Ia	0,77	0,51
μ^1	16 45,1	48,5	—37 53	7 58	3,03 <i>v</i>	B1,5V	—1,06	—0,22
G	17 43,0	46,5	—37 01	7 02	3,20	K1III	2,36	1,17
η	17 05,0	08,6	—43 06	3 11	3,34	F0IVn	0,49	0,40
μ^2	16 45,6	49,0	—37 51	7 56	3,56	B2IV	—1,05	—0,22
ζ^2	16 47,6	51,1	—42 11	2 17	3,59 <i>v?</i>	K4III	2,97	1,36
ρ	15 50,7	53,8	—28 55	9 04	3,86	B2V	—1,02	—0,20
ω^1	16 01,0	03,9	—20 24	0 32	3,97	B1V	—0,87	—0,05
ν	16 06,2	09,1	—19 12	9 20	4,01	B2IV—V	—0,61	0,03
H	16 29,8	33,1	—35 03	5 09	4,16 <i>v?</i>	gK6	3,51	1,57
$\xi^{1,2}$	15 58,9	61,6	—11 06	1 14	4,17	F5IV	0,48	0,47
N	16 24,8	28,1	—34 29	4 36	4,23	B2IV	—0,96	—0,16
Q	17 29,7	33,1	—38 34	8 36	4,29 <i>v?</i>	gK0	1,99	1,09
ω^2	16 01,5	04,5	—20 36	0 44	4,33 <i>v?</i>	gG2	1,35	0,84
Скульптор								
α	00 53,8	56,2	—29 54	9 38	4,31 (<i>v?</i>)	B8IIIp	—0,70	—0,16
β	23 27,6	30,3	—38 22	8 06	4,37 <i>v?</i>	B9V	—0,45	—0,09
γ	23 13,2	16,1	—33 05	2 48	4,41	G8III	2,19	1,13
Стрела								
γ	19 54,3	56,5	+19 13	9 21	3,47 <i>v?</i>	K5III	3,50	1,57
δ	19 42,9	45,2	+18 17	8 25	3,83 <i>v?</i>	M2II+A0V	2,37	1,41
α	19 35,6	37,9	+17 47	7 54	4,37	G0II	1,20	0,77
β	19 36,6	38,8	+17 15	7 22	4,37	G8II	1,94	1,05
Стрелец								
ε	18 17,5	20,9	—34 26	4 25	1,85	A0V	—0,16	—0,03
σ	18 49,1	52,2	—26 25	6 22	2,03	B2V	—0,97	—0,22
ζ	18 56,2	59,4	—30 01	9 57	2,59	A2III	0,13	0,08
δ	18 14,6	17,8	—29 52	9 51	2,70	K2III	2,93	1,38
λ	18 21,8	24,9	—25 29	5 27	2,81	K2III	1,94	1,04
π	19 03,8	06,8	—21 11	1 06	2,88	F2II—III	0,58	0,34
γ	17 59,4	62,6	—30 26	0 26	2,99 <i>v?</i>	K0IiI	1,78	1,01
η	18 10,9	14,2	—36 48	6 47	3,11 <i>v</i>	M3III	3,26	1,56
φ	18 39,4	42,5	—27 06	7 03	3,16	B8III	—0,47	—0,11
τ	19 00,7	03,8	—27 49	7 45	3,31	K1III	2,34	1,20
ξ^2	18 51,8	54,7	—21 14	1 10	3,51	K1III	2,31	1,18
o	18 58,7	61,7	—21 53	1 49	3,77	gG8	1,86	1,00

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
(Scorpius, Sco)									
α	m 1,55	m 2,78	19 ± 6	-9	-28	-3,2 v	352°	+15°	522
λ	-0,17	-0,45	12	-1	-31	0 v	352	-2	523
θ	0,35	0,55	20 ± 10	+11	-5	+1,4	347	-6	
ε	0,86	1,46	49 ± 12	-613	-256	-3	349	+7	524
δ	-0,05	-0,18	11	-11	-30	-14 v	350	+22	525
κ	-0,08	-0,30	9	-13	-28	-10 v	351	-5	
β^1	-0,02	-0,11	4 ± 8	-7	-26	-6,6 v	353	+24	526
ν	-0,14	-0,37	10	-4	-39	+18 $v?$	351	-2	527
τ	-0,12	-0,37	14 ± 10	-11	-28	+3,5	352	+13	
σ	0,20	0,31	9	-11	-28	-0,4 v	351	+17	528
π	-0,09	-0,29	5 ± 10	-12	-32	-3 v	347	+20	529
ι^1	—	—	13 ± 9	0	-4	-27,6 v	351	-6	530
μ^1	-0,12	-0,31	11	-14	-30	-25 v	346	+4	531
G	—	—	32 ± 11	+57	+28	+24,7	353	-5	
η	0,36	0,56	63 ± 11	+19	-292	-28,4	344	-2	
μ^2	-0,13	-0,35	4	-13	-28	+2 $v?$	346	+4	
ζ^2	1,12	1,80	21 ± 7	-127	-237	-19	343	+1	532
ρ	-0,11	-0,31	5	-10	-26	+2,8	345	+18	533
ω^1	0,06	-0,02	4	-10	-29	-4 v	353	+23	
ν	0,11	0,14	20 ± 8	-11	-30	-7 v	355	+23	534
H	1,20	2,20	16 ± 10	+20	-4	-2,1 v	346	+8	535
$\xi^{1,2}$	0,37	0,61	36 ± 4	-65	-36	-29,4	0	+30	536
N	-0,06	-0,21	5	-9	-22	+0,4 v	346	+9	
Q	0,75	1,30	12 ± 9	-16	-204	-48,8 v	351	-4	537
ω^2	0,65	1,08	14 ± 9	+41	-45	-5,4	353	+23	538
(Sculptor, Scl)									
α	-0,03	-0,16	12	+10	+5	+10	268	-87	539
β	-0,00	-0,07	13	+83	+17	+1,7	355	-70	
γ	0,84	1,47	37 ± 9	+18	-66	+15,6	12	-69	
(Sagitta, Sge)									
γ	1,20	2,12	11 ± 7	+61	+24	-32,8	58	-5	540
δ	1,44	2,73	8	+4	+9	+2,5 $v?$	56	-3	
α	0,57	0,94	6	+9	-24	+1,7	54	-2	
β	0,71	1,21	20 ± 6	+4	-37	-22,4	54	-3	541
(Sagittarius, Sgr)									
ε	-0,00	-0,01	15 ± 10	-41	-129	-11	359	-10	542
σ	-0,11	0,32	21	+12	-58	-11,5	10	-12	543
ζ	0,05	0,06	20	-19	-5	+22	7	-15	544
δ	1,00	1,68	39 ± 11	+38	-32	-20,0 $\pm$ 0,0*	3	-7	545
λ	0,75	1,31	46 ± 7	-47	-188	-43,3	8	-7	546
π	0,34	0,58	16 ± 6	-1	-40	-9,8	16	-13	547
γ	0,73	1,24	18 ± 10	-52	-193	+22,1 v	1	-5	548
η	1,56	2,88	38 ± 11	-141	-167	+1	356	-10	549
φ	-0,01	-0,12	15	+52	-2	+21,5 v	8	-11	
τ	0,87	1,46	38 ± 9	-54	-255	+45,4 v	9	-15	550
ξ^2	0,80	1,39	6 ± 8	+31	-16	-19,9	15	-11	
o	0,72	1,25	38 ± 10	+78	-62	+25,2	15	-12	551

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
	^h ^m	^m			^m		^m	^m
μ	18 07,8	10,8	—21°05'	1°04'	3,85 v	B8Iap	—0,25	0,22
β^1	19 15,4	19,0	—44 39	4 33	3,92	B8V	—0,40	—0,09
ρ^1	19 15,9	18,8	—18 02	7 57	3,93	F0IV—V	0,36	0,22
α	19 17,0	20,4	—40 48	0 43	3,96	B9III	—0,43	—0,11
ι	19 48,4	51,8	—42 08	2 00	4,12	K0III	1,97	1,08
β^2	19 16,0	19,6	—44 59	4 54	4,28	F0IIIn	0,41	0,35
θ^1	19 53,2	56,5	—35 33	5 25	4,35	B3IV	—0,82	—0,16
b^1	19 50,8	53,9	—27 26	7 18	4,50	gK3	3,02	1,46
Телескоп								
α	18 19,6	23,3	—46 01	6 00	3,51	B3III	—0,82	—0,17
ζ	18 21,1	25,0	—49 07	9 06	4,12	gK0	1,84	1,01
Телец								
α	04 30,2	33,0	+16 18	6 25	0,86 $v?$	K5III	3,46	1,54
β	05 20,0	23,1	+28 31	8 34	1,65	B7III	—0,62	—0,13
η	03 41,5	44,5	+23 48	3 57	2,87	B7III	—0,44	—0,09
ζ	05 31,7	34,7	+21 05	1 07	3,03 $v?$	B2III:p	—0,81	—0,19
θ^2	04 23,0	25,8	+15 39	5 46	3,39	A7IVn	0,30	0,18
λ	03 55,1	57,9	+12 12	2 21	3,41 v	B3V+A4IV	—0,75	—0,12
ε	04 22,8	25,7	+18 58	9 04	3,54	K0III	1,88	1,01
σ	03 19,4	22,1	+08 41	8 51	3,60 $v?$	G8III	1,51	0,89
27	03 43,2	46,2	+23 45	3 54	3,62	B8III	—0,45	—0,09
γ	04 14,1	16,9	+15 23	5 31	3,65 $v?$	K0III	1,80	0,99
17	03 38,9	41,9	+23 48	3 57	3,70	B6III	—0,52	—0,12
ξ	03 21,8	24,5	+09 23	9 34	3,75	B8V	—0,42	—0,09
δ	04 17,2	20,0	+17 18	7 26	3,76 $v?$	K1III	1,81	0,99
θ^1	04 22,9	25,7	+15 44	5 51	3,83	K0III	1,67	0,95
20	03 39,9	42,8	+24 04	4 13	3,87	B7III	—0,47	—0,07
ν	03 57,8	60,5	+05 43	5 51	3,91	A1V	0,09	0,03
ι	03 25,4	28,1	+12 36	2 46	4,10	K0II—III	2,15	1,13
23	03 40,4	43,4	+23 38	3 48	4,18 $v?$	B6IVnn	—0,48	—0,06
κ	04 19,4	22,4	+22 04	2 11	4,22	A7V	0,27	0,13
d	04 30,2	32,9	+09 57	0 04	4,26 $v?$	A5m:	0,30	0,18
c^1	04 32,6	35,4	+12 19	2 25	4,27	A6Vn	0,25	0,12
10	03 31,8	34,3	+00 05	0 15	4,28	F8V	0,65	0,57
68	04 19,7	22,6	+17 42	7 49	4,28	A2IV	0,12	0,04
v	04 20,3	23,3	+22 35	2 42	4,28	A8Vn	0,41	0,26
τ	04 36,2	39,2	+22 46	2 52	4,29	B3V	—0,71	—0,14
μ	04 10,1	12,8	+08 39	8 46	4,30	B3V	—0,56	—0,05
q	03 39,3	42,2	+24 10	4 19	4,30	B6V	—0,57	—0,11
CE	05 26,4	29,3	+18 31	8 33	4,35 v	M2Ib	4,27	2,06
A^1	03 58,8	61,7	+21 49	1 57	4,37	K0III	2,02	1,07
71	04 20,6	23,5	+15 23	5 30	4,50	F0V	0,39	0,25
Треугольник								
β	02 03,6	06,6	+34 31	4 45	3,00	A5III	0,26	0,14
α	01 47,4	50,2	+29 06	9 20	3,42	F6IV	0,54	0,48
γ	02 11,4	14,3	+33 23	3 37	4,01	A1Vnn	0,04	0,02

*	$V - R$	$V - I$	π 0",001	μ_{α} 0",001	μ_{δ} 0",001	V_r	l	b	Примечание
μ	m 0,27	m 0,47	7 ± 11	+1	-3	-6 v	10°	-2°	552
β^1	—	—	19	+2	-22	-8,6	354	-24	553
ρ^1	0,19	0,29	35 ± 7	-27	+23	+1,2	20	-15	554
α	—	—	13	+30	-120	+0	358	-23	
ι	—	—	22	+17	+52	+36,2	358	-29	
β^2	—	—	22 ± 10	+92	-57	+22	353	-24	
θ^1	—	—	8	+7	-30	+0,9 v	6	-28	555
b^1	1,02	1,75	8 ± 10	+7	-16	-16,2 v	14	-26	
(Telescopium, Tel)									
α	-0,13	-0,34	11	-18	-49	-0,8 v	349	-15	
ζ	—	—	21 ± 7	+138	-245	-30,6	346	-17	
(Taurus, Tau)									
α	1,23	2,17	48	+69	-190	$+54,1 \pm \pm 0,1^*$	181	-20	556
β	-0,01	-0,11	19	+30	-175	+8,0	178	-4	557
η	0,03	-0,01	5	+23	-44	+10	167	-23	558
ζ	-0,03	-0,12	6	+6	-22	+24,3 v	186	-6	559
θ^2	0,18	0,27	35	+105	-26	+40 v	180	-22	560
λ	-0,03	-0,12	7	-6	-10	+15 v	178	-29	561
ϵ	0,73	1,23	18	+112	-38	+39	178	-20	562
$\omicron$	0,68	1,13	11	-65	-75	-21 v	174	-38	
27	0,01	-0,04	11	+19	-45	+4	167	-23	563
γ	0,73	1,20	26	+119	-24	+39	179	-24	564
17	-0,01	-0,11	19	+22	-45	+12	166	-24	565
ξ	-0,01	-0,10	17	+59	-32	-2 v	174	-37	566
δ	0,73	1,20	16	+110	-31	+40	178	-22	567
θ^1	0,71	1,18	33	+105	-28	+40	180	-22	568
20	0,04	-0,02	13	+23	-45	$+7,6 \pm \pm 0,6^*$	166	-23	569
ν	0,08	0,08	22	+6	-2	-6	185	-33	570
ι	0,77	1,31	17	+22	0	+15 v	172	-34	
23	0,07	0,03	11	+25	-44	+6	167	-24	571
κ	0,16	0,21	24	+100	-48	+40	175	-18	572
d	0,19	0,29	30	+56	-45	+29 v	186	-24	
c^1	0,14	0,19	18	+101	-12	+45 v	185	-22	573
10	0,49	0,81	54	-234	-479	$+27,9 \pm \pm 0,1^*$	185	-42	574
68	0,09	0,10	19dyn	+112	-29	+35	178	-21	
v	0,27	0,41	33	+108	-47	+35 v	174	-16	575
τ	-0,03	0,17	8	+7	-16	+15 v	177	-15	
μ	0,05	-0,01	8	+27	-23	+16	184	-29	576
q	-0,01	-0,10	11	+22	-44	$+3,1 \pm \pm 0,9^*$	166	-24	
CE	1,76	3,21	2	+6	-4	+23	187	-8	577
A^1	0,79	1,32	13	+92	-59	+9	171	-22	
71	0,27	0,42	3	+114	-23	+41 v	180	-23	
(Triangulum, Tri)									
β	0,14	0,22	12	+150	-42	+10 v	141	-25	578
α	0,42	0,70	50	+10	-230	-13 v	139	-31	579
γ	0,03	0,03	36	+46	-48	+14 $v?$	143	-26	

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
Тукан								
α	22 ^h 11,6 ^m	15,1 ^m	—60°45'	0°31'	2,85 ^m	K3III	2,93 ^m	1,39 ^m
γ	23 11,6	14,5	—58 47	8 31	3,98	F0III	0,38	0,40
ζ	00 14,9	17,5	—65 28	6 10	4,23	G2V	0,60	0,58
β^1	00 27,0	29,3	—63 31	3 14	4,36	B8V	—0,24	—0,07
ϵ	23 54,7	57,3	—66 08	5 53	4,49	B8V	—	—0,09
Феникс								
α	00 21,4	23,8	—42 51	2 35	2,40	K0III	1,97	1,09
β	01 01,6	03,9	—47 15	6 59	3,31 $v?$	G8III	1,46	0,90
γ	01 24,0	26,2	—43 50	3 34	3,41 $v?$	K5IIb—IIIa	3,41	1,57
ϵ	00 04,3	06,9	—46 18	6 01	3,88	K0III	1,87	1,03
ζ	01 04,2	06,3	—55 47	5 31	3,94 v	B6V	—0,50	—0,10
κ	00 21,3	23,7	—44 14	3 57	3,94	A7Vn	0,27	0,17
δ	01 27,1	29,2	—49 36	9 20	3,95	K0III—IV	1,69	0,99
ψ	01 49,6	51,6	—46 48	6 33	4,41 $v?$	M4III	3,30	1,59
Хамелеон								
α	08 21,1	19,8	—76 36	6 46	4,06	F6IV	0,37	0,40
γ	10 34,3	34,9	—78 05	8 21	4,10 $v?$	M0III	3,52	1,58
β	12 12,5	15,4	—78 45	9 02	4,25 $v?$	B6V	—0,69	—0,13
θ	08 23,6	22,2	—77 10	7 19	4,34	K0III—IV	2,35	1,15
δ^2	10 44,8	45,3	—80 01	0 17	4,45	B3V	—0,89	—0,19
Цефей								
α	21 16,2	17,4	+62 10	2 22	2,45	A7IV—V	0,33	0,22
γ	23 35,2	37,3	+77 04	7 21	3,21 $v?$	K1IV	1,98	1,03
β	21 27,4	28,0	+70 07	0 20	3,23 v	B2III	—1,18	—0,22
ζ	22 07,4	09,1	+57 42	7 57	3,35 $v?$	K1Ib	3,27	1,55
η	20 43,2	44,3	+61 27	1 39	3,43	K0IV	1,53	0,92
ι	22 46,1	47,9	+65 40	5 56	3,53	K1III	1,95	1,05
μ	21 40,4	42,0	+58 19	8 33	4,17 v	M2Ia	4,71	2,26
ϵ	22 11,4	13,2	+56 33	6 48	4,19 v	F0IV	0,32	0,28
θ	20 27,9	28,7	+62 39	2 50	4,22	A7III	0,36	0,20
ν	21 42,6	44,0	+60 40	0 53	4,29 $v?$	A1a	0,65	0,52
ξ^2	22 00,9	02,3	+64 08	4 23	4,29	A3m	0,43	0,34
δ	22 25,4	27,3	+57 54	8 10	4,34 $v?$	F5Ib	1,52	0,88
κ	20 12,3	10,6	+77 25	7 34	4,39	B9III	—0,17	—0,05
π	23 04,7	06,3	+74 51	5 07	4,42	G2III	1,27	0,82
7955	20 42,9	44,1	+57 16	7 24	4,52	F8IV—V	0,64	0,54
Циркуль								
α	14 34,4	38,4	—64 32	4 46	3,19	F0Vp	0,36	0,24
β	15 09,7	13,6	—58 26	8 37	4,06	A3V	0,18	0,08
γ	15 15,4	19,4	—58 58	9 09	4,50	B5III + F8	—0,16	0,19
Часы								
α	04 10,7	12,3	—42 33	2 25	3,86	K1III	2,11	1,10
Чаша								
δ	11 14,3	16,8	—14 14	4 30	3,56	G8III—IV	2,10	1,11
α	10 54,9	57,3	—17 46	8 02	4,07	K0III	2,07	1,09
γ	11 19,9	22,4	—17 08	7 25	4,08	A7IV—V	0,31	0,21
β	11 06,7	09,2	—22 17	2 33	4,48	A2III—IV	0,08	0,03

*	$V - R$	$V - I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Приме- чание
(Tucana, Tuc)									
α	m	m	19 ± 8	-69	-39	$+42,2 v$	330°	-48°	580
γ	—	—	35 ± 9	-31	+84	$+18,4$	324	-55	
ζ	+0,49	+0,83	134	+1708	+1163	+9	308	-52	
β^1	—	—	30	+89	-54	$+10 v$	307	-54	581
ε	—	—	—	+52	-26	+11	311	-51	
(Phoenix, Phe)									
α	0,81	1,40	35	+198	-395	$+75 v$	320	-74	582
β	0,71	1,23	17	-35	+3	-1	296	-70	583
γ	1,26	2,24	2	-28	-207	$+26 v$	281	-72	584
ε	0,75	1,27	59	+124	-179	-9	324	-70	
ζ	-0,07	-0,19	13 dyn	+14	+27	$+18 v$	298	-62	585
κ	0,14	0,22	66	+102	+30	+9	318	-73	
δ	0,75	1,26	23	+131	+157	-7	286	-67	
ψ	1,7v	3,2v	5	-95	-87	$+5 v$	274	-67	586
(Chamaeleon, Cha)									
α	0,40	0,63	46 ± 11	+106	+106	-13,6	290	-22	
γ	1,26	2,23	3 ± 11	-39	+11	-22	296	-18	587
β	—	—	13	-34	+8	+23	301	-17	588
θ	0,84	1,41	27 ± 10	-134	+34	+22	290	-22	589
δ^2	-0,07	-0,27	8	-33	0	+22	298	-19	
(Cepheus, Cep)									
α	0,21	0,32	63 ± 5	+148	+50	-10	101	+9	590
γ	0,75	1,26	64 ± 5	-65	+154	-42	119	+15	591
β	-0,10	-0,32	5 ± 5	+10	+10	-8 v	108	+14	592
ζ	1,08	1,86	19 ± 7	+14	+6	-18,4	103	+2	593
η	0,67	1,16	71	+90	+820	-87,3	98	+12	594
ι	0,83	1,34	36 ± 6	-67	-122	-12,4	111	+6	
μ	2,10	3,86	13 ± 6	0	-2	$+19,3 v$	101	+4	595
ε	0,27	0,42	39 ± 5	+444	+48	-0,6	103	0	596
θ	0,17	0,26	32 ± 5	+43	-14	-8 v	98	+14	597
ν	0,50	0,94	9 ± 6	-3	0	-20,8	102	+6	598
ξ^2	0,32	0,45	29 ± 5	+208	+87	-7,2	106	-7	599
δ	0,74	1,19	5 ± 5	+12	+2	-16,3	105	+1	600
κ	-0,02	-0,08	10	+9	+26	-22,7	110	+22	601
π	0,65	1,08	2 ± 6	+10	-25	-18,6 v	116	+14	602
7955	0,47	0,75	41 ± 7	-66	-232	-31	94	+9	
(Circinus, Cir)									
α	0,23	0,33	49 ± 8	-187	-244	+7	314	-5	603
β	—	—	46 ± 10	-99	-145	+9	321	-1	
γ	—	—	10 dyn	-14	-47	-17	321	-2	604
(Horologium, Hor)									
α	0,86	1,45	19	+38	-206	+22	247	-46	
(Crater, Crt)									
δ	0,83	1,43	19 ± 6	-125	+199	-5	272	+42	
α	0,80	1,35	24 ± 8	-461	+123	+47	269	+37	605
γ	0,23	0,34	22 ± 6	-106	-1	+1	275	+41	606
β	0,07	0,09	45 ± 10	+0	-104	$+6 v$	275	+35	

	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
Щит								
α	^h 18 ^m 29,8	^m 32,5	—08°19'	8°17'	^m 3,83 $v?$	K3III	^m 2,87	^m 1,34
β	18 41,9	44,5	—04 51	4 48	4,22	G5II	1,93	1,09
Эридан								
α	01 34,0	35,9	—57 45	7 29	0,47	B5IV	—0,84	—0,15
β	05 02,9	05,4	—05 13	5 09	2,79 $v?$	A3III	0,23	0,13
$\theta^{1,2}$	02 54,5	56,4	—40 42	0 30	2,91 $v?$	A3V	0,24	0,12
γ	03 53,4	55,7	—13 48	3 39	2,94 $v?$	M0III	3,58	1,60
δ	03 38,4	40,9	—10 06	09 56	3,54	K0IV	1,59	0,92
φ	02 12,9	14,7	—51 59	1 45	3,56	B8V	—0,48	—0,12
v^4	04 14,1	16,0	—34 03	3 55	3,56	B8,5V	—0,49	—0,12
χ	01 52,1	54,0	—52 06	1 51	3,70 $v?$	G5IV	1,31	0,85
τ^4	03 15,1	17,3	—22 07	1 56	3,70 $v?$	gM3	3,43	1,62
ϵ	03 28,2	30,6	—09 48	9 38	3,73	K2V	1,46	0,88
v^2	04 31,7	33,6	—30 46	0 40	3,82	K0III	1,70	0,98
η	02 51,5	54,0	—09 18	9 06	3,87 $v?$	K1III—IV	2,10	1,12
l	04 33,6	35,9	—14 30	4 24	3,87	K2III	2,12	1,09
v	04 31,3	33,8	—03 33	3 27	3,92 v	B2III	—1,09	—0,21
v^3	04 20,3	22,2	—34 15	4 08	3,96	K5III	3,29	1,49
μ	04 40,5	43,0	—03 26	3 21	4,02	B5IV	—0,76	—0,16
o^1	04 07,0	09,4	—07 06	6 58	4,05	F2II—III	0,48	0,33
τ^3	02 58,0	60,2	—24 01	3 49	4,09	A4V	0,24	0,16
i	02 36,7	38,7	—40 17	0 04	4,11	K0III	1,76	1,02
g	03 45,7	47,6	—36 30	6 21	4,17	G5III	1,63	0,95
τ^6	03 42,6	44,7	—23 33	3 24	4,23	F3V	0,43	0,42
κ	02 23,3	25,2	—48 09	7 56	4,25	B5III	0,64	—0,14
λ	05 04,4	06,8	—08 53	8 49	4,27 $v?$	B2IV	—1,10	—0,20
f	03 44,9	46,7	—37 56	7 46	4,27 $v?$	B9+B8	—0,05	—0,01
e	03 15,9	17,9	—43 27	3 16	4,27	G5V	0,93	0,71
τ^5	03 29,4	31,6	—21 58	1 48	4,28	B8V	—,47	—0,12
54	04 36,0	38,3	—19 52	9 46	4,34 $v?$	gM4	3,39	1,61
ω	04 48,0	50,4	—05 37	5 32	4,40	A9IV	0,41	0,23
π	03 41,4	43,8	—12 25	2 15	4,42 $v?$	gM2	3,63	1,62
o^2	04 10,7	13,0	—07 49	7 44	4,43	K1V	1,26	0,82
w	03 49,3	51,8	—03 15	3 06	4,45	A1V+G5III	1,10	0,68
τ^1	02 40,4	42,8	—19 00	8 47	4,46	F6V	0,48	0,48
v^1	04 29,6	31,5	—29 58	9 52	4,51 $v?$	gG6	1,69	0,98
Южная Гидра								
β	00 20,5	23,2	—77 49	7 32	2,80 $v?$	G1IV	0,73	0,62
α	01 55,6	57,2	—62 03	1 49	2,86	F0V	0,42	0,28
γ	03 48,8	48,0	—74 33	4 24	3,23	M0III	3,60	1,62
δ	02 20,0	20,9	—69 07	8 53	4,08	A2V	0,08	0,04
ϵ	02 38,0	38,8	—68 42	8 29	4,10	B9III	—0,18	—0,06
Южная Корона								
α	19 02,7	06,1	—38 04	7 59	4,11	A2n	0,13	0,04
β	19 03,2	06,6	—39 30	9 25	4,11	gG3	2,27	1,20
γ	18 59,7	63,0	—37 12	7 08	4,20	F8V	0,54	0,52

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Примечание
(Scutum, Sct)									
α	^m 0,97	^m 1,65	13 ± 4	-18	-314	+35,8	24°	-0°	607
β	0,79	1,36	16 ± 6	-10	-21	-21,5 <i>v</i>	28	-1	608
(Eridanus, Eri)									
α	-0,03	-0,12	32	+92	-34	+19 <i>v</i>	291	-59	609
β	0,14	0,22	42	-93	-79	-8 <i>v</i> ?	205	-25	610
$\theta^{1,2}$	0,14	0,22	28	-55	+26	+12 <i>v</i>	249	-61	611
γ	1,26	2,26	3	+64	-109	+62	205	-44	612
δ	0,72	1,22	109	-92	+744	-6	198	-46	
φ	-0,06	-0,17	18	+85	-24	+10	275	-61	613
ψ^4	-0,01	-0,12	18	+62	-2	+18 <i>v</i>	235	-45	614
χ	0,65	1,10	52	+674	+294	-6	281	-63	615
τ^4	1,58	3,04	9	+53	+38	+42	212	-56	616
ε	0,72	1,19	303	-975	+22	+15	196	-48	617
ψ^2	0,75	1,24	11	-54	-11	-4	231	-41	
η	0,79	1,37	29	+78	-213	-20	187	-55	618
ι	0,84	1,40	36	-73	-158	+42 <i>v</i>	211	-36	619
ν	-0,10	-0,29	3	0	+1	+15 <i>v</i>	199	-31	620
ψ^3	1,17	2,00	8	+56	+52	+24	235	-44	
μ	-0,06	-0,20	7	+15	-11	+10,5	201	-29	621
σ^1	0,31	0,47	28	+9	+87	+11	199	-38	
τ^3	0,13	0,22	51	-145	-46	-10	214	-60	
ι	0,79	1,35	30	+133	-28	-9	249	-64	
g	0,71	1,21	18	-51	-49	+2	238	-51	
τ^6	0,39	0,61	53	-157	-524	+7	217	-50	
κ	-0,03	-0,16	6	+17	-7	+29 <i>v</i>	267	-62	
λ	-0,08	-0,28	4	+3	0	+3	209	-27	622
f	0,02	-0,02	18	+74	-23	+16	240	-52	623
e	0,62	1,02	156	+3056	+744	+88	251	-56	
τ^5	0,00	-0,12	13	+44	-22	-14 <i>v</i>	214	-53	624
ς^4	1,59	2,97	2	+23	-94	-34	218	-37	625
ω	0,32	0,49	7	-18	+24	-9 <i>v</i>	204	-29	
π	1,34	2,39	7	+47	+61	+46	202	-46	626
σ^2	0,69	1,14	202	-2225	-3418	-42	201	-38	627
w	0,59	0,99	11	+28	+6	+27	192	-40	628
τ^1	0,43	0,70	67	+331	+45	+26	201	-63	
ψ^1	0,75	1,29	18	-107	-274	+20	230	-42	629
(Hydrus, Hyi)									
β	0,50	0,84	153	+2223	+326	+23	305	-40	630
α	0,28	0,41	41	+263	+34	+1	289	-54	
γ	1,34	2,43	13	+51	+114	+15	289	-38	
δ	0,04	0,05	42	-48	+8	+11	291	-46	
ε	-0,03	-0,10	17	+92	+11	+6	289	-46	
(Corona Australis, CrA)									
α	0,04	0,04	29 ± 10	+87	-102	-18,4	0	-20	
β	0,82	1,43	8 ± 9	-1	-39	+2,7	358	-20	
γ	—	—	48 ± 8	+91	-276	-52	0	-19	631

*	α_{1900}	α_{1950}	δ_{1900}	δ_{1950}	V	Спектр	$U - V$	$B - V$
---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----	--------	---------	---------

Южный Крест

$\alpha^{1,2}$	h m	m			m		m	m
	12 21,0	23,8	—62°33'	2°49'	0,79	B1IV+B1V	—1,21	—0,25
β	12 41,9	44,8	—59 09	9 25	1,25 v	B0,5IV	—1,22	—0,23
γ	12 25,6	28,4	—56 33	6 50	1,62 $v?$	M3II	3,36	1,60
δ	12 09,8	12,5	—58 12	8 28	2,82 $v?$	B2IV	—1,13	—0,24
ε	12 16,0	18,6	—59 51	0 08	3,58 $v?$	gK3	3,05	1,42
μ^1	12 48,7	51,6	—56 38	6 54	4,03	B3IVe	—0,92	—0,17
ζ	12 13,0	15,7	—63 27	3 44	4,04	B3IV—V	—0,86	—0,18
η	12 01,7	04,3	—64 03	4 20	4,14	F0III	0,37	0,34
θ^1	11 57,9	60,5	—62 45	3 02	4,32	Am	0,31	0,28

Южная Рыба

α	22 52,1	54,9	—30 09	9 53	1,16 $v?$	A3V	0,15	0,09
ε	22 35,8	37,9	—27 34	7 18	4,16	B8V	—0,46	—0,12
δ	22 50,4	53,2	—33 04	2 48	4,21	gG8	1,67	0,97
β	22 25,8	28,7	—32 52	2 36	4,29	A0V	0,03	0,01
ι	21 39,0	42,0	—33 29	3 15	4,34	A0VS $\dot{\iota}$	—0,16	—0,05
γ	22 47,0	49,8	—33 24	3 08	4,46 $v?$	A0V	—0,18	—0,04
μ	22 02,6	05,5	—33 29	3 14	4,50	A2V	0,11	0,05

Южный Треугольник

α	16 38,1	43,4	—68 51	8 56	1,91	K4III	3,00	1,44
β	15 46,3	50,7	—63 07	3 17	2,85	F2IV	0,34	0,29
γ	15 09,6	14,2	—68 19	8 30	2,88 $v?$	A1V	—0,01	0,01
δ	16 06,3	10,9	—63 26	3 34	3,84	G2II	1,97	1,11
ε	15 27,6	32,1	—65 59	6 09	4,10	K0III	2,33	1,16

Ящерица

α	22 27,2	29,2	+49 46	0 02	3,77	A1V	0,01	0,01
1	22 11,6	13,8	+37 15	7 30	4,13	K3II—III	3,08	1,46
5	22 25,4	27,4	+47 12	7 27	4,37 $v?$	M0Iab+B	2,78	1,68
β	22 19,6	21,6	+51 44	1 59	4,44	G9III	1,79	1,02
11	22 36,1	38,3	+43 45	4 01	4,46	K3III	2,69	1,33
8485	22 09,6	11,7	+39 13	9 28	4,49 $v?$	K3III	2,83	1,39
6	22 26,2	28,3	+42 37	2 52	4,51	B2	—0,83	—0,09

Примечания к табл. 50. Дополнительные данные о самих звездах или их спутниках (за исключением очень слабых или далеких). ADS—Каталог двойных звезд Эйкина (1932). Сокращенные обозначения: сп.—спутник, сп.-дв.—спектрально-двойная, затм. дв.—затменная двойная, опт. сп.—оптический спутник, физ.сп.—физический спутник, a —большая полуось истинной орбиты, P —период обращения либо период затменной или спектрально-двойной, Δm —разность звездных величин, μ —собственное движение.

КЗП I—Каталог звезд, заподозренных в переменности блеска, Москва, 1951. Четырехзначные номера для звезд, не получивших еще окончательного обозначения; шестизначные — переменность сомнительна.

КЗП II—Второй каталог звезд, заподозренных в переменности блеска, Москва, 1965. Правила нумерации те же.

*	$V-R$	$V-I$	π 0",001	μ_α 0",001	μ_δ 0",001	V_r	l	b	Приме- чание
(Cruх, Cru)									
$\alpha^{1,2}$	$-0,08$	$-0,16$	8 dyn	-32	-27	$-11 v$	300°	0°	632
β	$-0,13$	$-0,39$	7	-41	-26	$+20 v$	302	+3	633
γ	1,66	3,07	15	+25	-273	$+21,3 \pm \pm 0,1^*$	300	+6	634
δ	$-0,08$	$-0,32$	6	-37	-17	+26	298	+4	635
ε	1,03	1,77	17 ± 9	-176	+74	-5	299	+2	636
μ^1	$-0,14$	$-0,41$	5	-30	-18	+16	303	+6	637
ζ	$-0,07$	$-0,26$	5	-44	-23	+19	299	-1	638
η	0,34	0,50	46 ± 9	+34	-46	$+9 v?$	298	-2	639
θ^1	$-0,02$	$-0,12$	14 ± 10	-146	-5	$-2 v?$	298	+1	640
(Piscis Austrinus, PsA)									
α	0,06	0,08	144 ± 7	+328	-164	+6,5	20	-65	641
ε	$-0,06$	$-0,16$	13	+27	0	+3	25	-61	
δ	0,74	1,35	15 ± 11	+13	+32	-11,6	14	-64	642
β	0,02	0,04	15 ± 9	+63	-11	+6,3	15	-59	643
ι	$-0,01$	$-0,04$	32 ± 9	+33	-94	$1,9 v$	13	-50	644
γ	0,02	0,04	37	-35	-24	+16,5	13	-64	645
μ	0,07	0,12	23 ± 10	+75	-37	+11,6	13	-54	
(Triangulum Australe, TrA)									
α	—	—	24 ± 11	+23	-37	$-3,7 \pm \pm 0,2^*$	322	-15	
β	0,32	0,47	78 ± 12	-192	-404	+2,6	322	-7	
γ	—	—	5 ± 11	-59	-32	—	316	-10	646
δ	—	—	22	+6	-22	-5	323	-9	647
ε	—	—	30 ± 9	+29	-74	$-15,5 v$	318	-9	648
(Lacerta, Lac)									
α	0,00	$-0,03$	36 ± 7	+134	+17	-4	101	-7	649
1	1,00	1,72	10	+11	+5	-7,8	92	-16	
5	1,39	2,46	2 ± 7	+3	-4	$-4,1 v$	100	-9	650
β	0,75	1,32	18 ± 6	-17	-188	-10,4	101	-4	
11	0,92	1,60	8 ± 7	+91	+12	-10	100	-13	
8485	1,01	1,75	18 ± 6	+41	+6	$-10,6 v$	93	-14	651
6	$-0,01$	$-0,12$	5	-8	-2	-8	97	-13	

По возможности в примечаниях даются следующие сведения: звездная величина спутника, его спектр, расстояние от главной звезды, для сп.-дв. период, для перем. пределы изменения блеска или амплитуда, тип или характер переменности, период, для заподозренных — их номера в Каталогах заподозренных звезд и т. д. Двоеточие везде отмечает неуверенные данные, после точки с запятой — возвращение к главному компоненту.

1. Мирах. КЗП I 100088.

2. Альфарет, сп.-дв., $96^d,7$; ADS 94, сп. $9^m,2$, $76''$.

3. Аламак, ADS 630, сп. $5^m,1$, A0 на расст. $10''$, общ. μ (сам сп. = ADS 630 BC = γ^2 , сост. из $5^m,4$ и $6^m,6$, $a=0'',32$, $P=61^a,0$).

4. ADS 548, сп. 12^m , $29''$, общ. μ .

5. Колеб. блеска ($3^m,5:-4^m,0$), систем не исслед.; сп.-дв. $1^d,58$, B5 + A2p.
6. Полуправ. перем. 54^d с ампл. $0^m,4$; сп.-дв. $20^d,52$, измен. Sp с тем же периодом.
7. ADS 788, опт. сп. $10^m, 273''$.
8. Сп.-дв и затм. (типа β Lyr) с $P=17^d,8$; сп. $12^m, 96''$, общ. μ .
9. ADS 16916, опт. сп. $11^m, 47''$.
10. ADS 940: $4^m,5$ и $6^m,0$, $a=0'',42$, $P=170^a$.
11. КЗП I 102272.
12. Сп.-дв. 144^d (два спектра); ADS 513, сп. $8^m,9, 36''$, общ. μ .
13. Сп.-дв. 116^d (два спектра).
14. КЗП I 100011.
15. Полюкс. ADS 6335, КЗП I 100892, опт. сп. $8^m,8, 201''$.
16. Кэстор, ADS 6175 AB: $2^m,0$ и $2^m,8$, $a=6'',30$, $P=420^a$; сп. C — алголь YY Gem, $8^m,6-9^m,1$, dM1e + dM1e, $73''$, общ. μ ; все три комп. — сп.-дв.: $A=9^d,2$, $B=2^d,9$ и $C=0^d,8$ (периоды колебаний блеска и V_r совпадают).
17. Альхена, астрометр. дв.
18. ADS 4990, сп. $9^m,7, 122''$; КЗП I 740.
19. ADS 5381, сп. $9^m,0$, K2, $112''$; КЗП I 100759.
20. ADS 4841, сп. $9^m, 1'',4$; A — сп.-дв. 2983^d и затм. дв. с ампл. $0^m,8, 233^d,4$.
21. КЗП I 100763.
22. ADS 5983, сп. $8^m,2$, dK6, $6'',9$.
23. ADS 6321, физ. сп. $8^m, 7''$.
24. ADS 5961, сп. $10^m, 10''$, общ. μ ; КЗП I 100844.
25. ADS 5532, сп. $12^m,6, 79''$.
26. ADS 5742, сп. $8^m, 96''$; A — цефеида $10^d,15$, ампл. $0^m,4$; колеб. V_r с тем же периодом.
27. ADS 5103, A — сп.-дв. $9^a,6$, B — $8^m,6$, A0 на расст. $113''$.
28. Сп. $4^m,75$, $a=0'',19$, $P=13^a,2$; A — сп.-дв. $9^d,6$.
29. ADS 6109, сп. $12^m, 3''$, общ. μ ; еще сп. $10^m,5, 214''$.
30. Сп. дв. $19^d,6$. КЗП I 100890.
31. ADS 5846, сп. $11^m, 2''$, общ. μ ; КЗП II 6556, ампл. $0^m,06$, тип. неизв.
32. ADS 5387, опт. сп. $11^m, 32''$.
33. Алиот, сп.-дв. с периодами: $4^a,15$ и $0^d,95$, перем. типа α CVn, ампл. $0^m,03$, период $5^d,1$.
34. Дубхе, ADS 8035, сп. $4^m,9$, F:, $a=0'',63$, $P=44^a,7$; α UMa A = КЗП I 101174; α UMa B 11^m = КЗП I 101175.
35. Бенетнаш, КЗП I 101406.
36. Мицар, ADS 8891 (ζ^A и ζ^B на расст. $15''$, общ. μ с 80 UMa); A — сп.-дв. $20^d,5$ (2 сп.) = КЗП I 101381, B — сп.-дв. $361^d,2$ = КЗП I 101382.
37. Мерак, КЗП I 101172.
38. Фекда, КЗП I 101229.
39. Сп.-дв. 230^d . КЗП I 101121.
40. ADS 7114 A — BC, физ. тройная; BC $10^m,8$, dM1; B — $11^m, 4$, C — $11^m,7$, $a=0'',68$, $P=39^a,0$; сп.-дв. Как переменная еще не обозначена. $\Delta m \sim 0^m,04$; может быть типа δ Sct с $P=0^d,07$.
41. ADS 7420, физ. сп. $14^m, 5'',1$.
42. КЗП I 101249.
43. ADS 6830, B — $15^m, 7''$, общее μ ; КЗП II 6636, ампл. $0^m,08, 385^d$, может быть есть еще колеб. $0^d,05$ со средн. ампл. $0^m,02$.
44. ADS 8123, сп. $10^m, 7'',4$, общее μ .
45. ADS 7158, $4^m,3$ и $4^m, 5$, $a=0'',27$, $P=37^a,5$.
46. ADS 7402, физ. сп. $9^m, 23''$; опт. сп. $10^m, 96''$; КЗП I 101051.
47. КЗП II 102677, ампл. $0^m,04$.
48. ADS 8119, $4^m,28$, G0V и $4^m,75$, G0V, $a=2'',56$, $P=59^a,74$; A — сп.-дв. и астрометр. $P=669^d,15$, B — сп.-дв. 4^d .

49. ADS 7534, сп. 12^m , $11''$,6, общ. μ .
50. Общ. μ с ζ^A UMa, $14''$,8 и с 80 g UMa на расст. $12'$; сп.-дв 361^d ,2 = КЗП I 101381.
51. Физ.дв 4^m ,1 и 6^m ,2, $a=0''$,61, $P=22^a$,2.
52. Алькор, общ. μ с ζ^A и ζ^B UMa; КЗП I 101383.
53. Сириус. Сп.-дв. и ADS 5423, физ. сп. 8^m ,5 A5 (белый карлик), $a=7''$,6, $P=50^a$.
54. Адара. ADS 5654, сп. 7^m ,9, $8''$,2.
55. Как перем. еще не обозначена.
56. Мурзим. V_r имеет два периода: 0^d ,25 и 49^d ; перем. (прототип), ампл. 0^m ,07, $P_1=0^d$,2500, $P_2=0^d$,2513; период биений 49^d ,124.
57. Сп.-дв. 675^d .
58. ADS 5719, сп. 13^m ,9, $10''$,9; КЗП I 100796.
59. Ампл. 0^m ,2 (17 набл.).
60. КЗП. I 100752.
61. КЗП I 100781.
62. КЗП I 6509. Непр. перем., ампл. 0^m ,22.
63. Интерф. и сп.-дв. В 1952 году $\rho=0''$,102, $\theta=112^\circ$, $\Delta m \leq 0^m$,5; неправ. перем., фот. ампл. 0^m ,30; оболочка вокруг главного комп. Общая протяж. оболочка.
64. ADS 5176, сп. 13^m ,4, $28''$,9 $\Delta V=0^m$,06, $P=0^d$,210.
65. КПЗ II 6531, $\Delta V=0^m$,02:.
66. ADS 5977, 8^m ,1, $84''$,4; A—сп.-дв. 154^d ,8. КЗП II 6576, $\Delta V=0^m$,06:
67. Перем. типа β Лун и сп.-дв. с периодом 4^d ,39. Ампл. 0^m ,3.
68. Зубенеш.
69. Зубен эль Генуби. Общ. μ с 8 Lib 5^m ,3, F5, $231''$.
70. КЗП II 7165, $\Delta V=0^m$,07.
71. ADS 9705, сп. 12^m , $3''$,3.
72. ADS 9704, сп. 12^m , $42''$, общ. μ .
73. Садалсууд, ADS 15050. Опт. сп. 10^m ,8, $35''$,7. Станд. V_r .
74. Садалмелик.
75. ADS 15971, 4^m ,31, F2 IV и 4^m ,51, F2 IV, $a=2''$,6, $P=600^a$; сп.—астро-метр. дв. $0''$,04, $P=25^a$,71.
76. КЗП I 5625, ампл. 0^m ,1.
77. ADS 15864, опт. сп. 12^m , $50''$; A—сп.-дв., КЗП I 102168.
78. КЗП I 102 213.
79. Сп.-дв. (два сп.).
80. ADS 16633. A= 4^m ,5, sgK0 и B= 9^m ,8, dK6, $49''$,7, общ. μ ; B—дв.: 10^m ,7, 10^m ,8, $0''$,7.
81. КЗП II 8571, ампл. 0^m ,08.
82. ADS 16511, сп. 15^m , $2''$,9.
83. ADS 16944, сп.-дв., сп. 11^m , $5''$,7, общ. μ .
84. Капелла. КЗП I 100 460, ADS 3841A, сп. и интерф. дв. (Aa): 0^m ,9, G4 и 1^m ,0, F4, $a=0''$,054, $P=104^d$,9; общ. μ с ADS 3841 H на расст. $723''$ от A. Компонент H—дв: 10^m ,0, M1 и 13^m ,7, M5, $2''$.
85. Менкалинан. ADS 4556. A—сп.- и затм. дв., ампл. 0^m ,1, $P=3^d$,96, B= 10^m ,4, $184''$,8.
86. ADS 4566, сп. 7^m ,2, G, $3''$,2; еще опт. сп. 11^m , $49''$. КЗП I 100704.
87. КЗП I 463.
88. ADS 3605. A—сп.- и затм. дв. 9883^d , ампл. 1^m ,4; B— 14^m , $29''$.
89. КЗП I 100441.
90. Сп.- и затм. дв. (алголь), ампл. 0^m ,6, $P=972^d$,2.
91. ADS 4440, сп. 9^m ,3, $56''$,4.
92. КЗП I 700.
93. КЗП I 100719.
94. Сп. 12^m ,9, $27''$,6; A—перем. типа β CMa, ампл. 0^m ,03, $P=0^d$,260.
95. Сп. 3^m ,6, $a=0''$,59, $P=147^a$,0.

96. КЗП I 101496.
97. Сп.-дв. (два сп.), $0^d, 90141$; комп. $B = 5^m, 1, 1'', 4$; еще один сп. $9^m, 27''$, общ. μ .
98. Сп. $7^m, 1, F8, 72''$, общ. μ .
99. Физ. сп. $7^m, 2, 15'', 5$.
100. КЗП I 101437.
101. Сп. $13^m, 7, 17'', 3$.
102. Общ. μ : $3^m, 9, B9 V$ и $5^m, 7, A0, 27''$.
103. Физ. дв. $4^m, 7, B5IV$ и $4^m, 8, B5V, 1'', 6$.
104. Сп.-дв. (два сп.).
105. Сп. $4^m, 45, a = 0'', 42, P = 72^a, 88$.
106. КЗП II 7145.
107. $\Delta m = 0^m, 2$ на расст. $1'', 2$; общ. μ с $7^m, 17, A, 24'', 3$.
108. Физ. дв., $\Delta m = 0^m, 0, 0'', 1$.
109. КЗП I 101492.
110. Сп.-дв.; сп. $11^m, 12''$, общ. μ .
111. Физ. дв. $\Delta m = 0^m, 0, \rho = 0'', 3$; сп.-дв. 3043^d .
112. Арктур. КЗП I 101433.
113. ADS 9372, $2^m, 70$ и $5^m, 12, 3'', 6$; $B =$ сп.-дв. (два периода); сп. $C = 12^m, 3, 178''$.
114. Сп.-дв. 495^d .
115. ADS 9300, опт. сп. $12^m, 7, 33'', 4$; ампл. $0^m, 05$.
116. ADS 9559, сп. $7^m, 8, G0V, 105''$, общ. μ ; КЗП I 101491.
117. Ампл. $\sim 0^m, 04$.
118. ADS 9296, $11^m, 3, 53''$. Ампл. $\sim 0^m, 07$.
119. ADS 9343, $\Delta m = 0^m, 4, a = 0'', 60, P = 126^a$. Оба комп. подозр. в перем. блеска: $A =$ КЗП I 101462.
120. Сп. $11^m, M3, 69''$, общ. μ ; КЗП I 101448.
121. КЗП I 101409.
122. КЗП I 101435.
123. ADS 9626 A; сп. (BC) $6^m, 7, K0 108'', 5$, общ. μ ; BC: $7^m, 1$ и $7^m, 8, a = 1'', 463, P = 260^a, 1$. Ампл. $\sim 0^m, 05$.
124. $\Delta V = 0^m, 02$.
125. ADS 9025, физ. сп. $10^m, 6, M2, 10''$, период. неск. сотен лет; КЗП II 7085, ампл. $0^m, 18$.
126. КЗП I 101250.
127. Альгораб, КЗП I 101293.
128. ADS 8572, сп. $8^m, 4, dK2, 24'', 4$, общ. μ ; КЗП I 101281.
129. КЗП I 101240.
130. Сп.-дв. (два сп.).
131. Корнефорос, сп.-дв. $410^d, 6$; КЗП I 101593.
132. ADS 10157, сп. $6^m, 5, dK0, a = 1'', 37, P = 34^a, 4$; A — сп.-дв. с тем же периодом; КЗП I 101603.
133. Рас Альгети. ADS 10418, физ. дв. $3^m, 5, 5^m, 4, 4'', 5$; A — полуправ. пер. с ампл. $1^m, 0$; B — сп.-дв., $51^d, 6$.
134. ADS 10424, опт. сп. $8^m, 3, dG4, 9''$; КЗП I 101637.
135. КЗП I 101640.
136. ADS 10786, сп. $10^m, 2, dG4, 33'', 7$; спутник — дв.: $\Delta m = 0^m, 5, a = 1'', 3, P = 43^a$.
137. КЗП I 101696.
138. ADS 10022. Опт. сп. $9^m, 8, 42''$. V_r измен. с $P = 11^d, 9$; КЗП I 101580.
139. КЗП I 101670.
140. Неправ. перем., ампл. $0^m, 1$.
141. КЗП I 101725.
142. КЗП I 101693.
143. ADS 10010. Сп. $14^m, 7''$, общ. μ ; КЗП II 7329.
144. Сп.-дв. $4^d, 02$.
145. ADS 10526. Физ. дв., $\Delta m = 1^m, 0, 4'', 2$.

146. ADS 11658. Сп. 11^m , $63''$.
147. КЗП I 101599.
148. Ампл. $\sim 0^m,05$.
149. ADS 10993A, сп. $5^m,2$, $7''$. Один из комп. v ?
150. ADS 11102. Физ. дв.: $\Delta m = 7^m,0$, $23''$.
151. КЗП I 101658.
152. Ампл. $\sim 0^m,06$.
153. Альфард, КЗП I 101049.
154. КЗП I 101371.
155. ADS 6993, $A = 3^m,7$, $B = 5^m,2$, $a = 0'',21$, $P = 15^a$. Физ. сп. $C = 7^m,8$, $3''$, сп.-дв. $9^d,90$; сп. $D = 13^m$, $20''$, общ. μ .
156. ADS 8920. $\Delta m = 8^m,5$, $21'',6$; A — перем. типа Мйры Кита с ампл. $\sim 5''$.
Период $386^d,2$ уменьш. (в начале XVIII в. был $\sim 500^d$).
157. ADS. 7671. Опт. сп. $11^m,3$, $112''$; A — сп.-дв. 1586^d .
158. ADS 7253. Опт. сп. 10^m , $62''$, A — сп.-дв.; КЗП I 101032.
159. КЗП I 101070.
160. Физ. дв., $\Delta m = 0^m,4$, $2'',1$. КЗП II 6875.
161. КЗП I 100996.
162. Сп.-дв.
163. ADS 7006. Сп. 12^m , $12''$, общ. μ ; A — сп.-дв. $8^d,2$.
164. Факт. Сп. 12^m , $12'',6$; КЗП I 100672.
165. Сп.-дв. 869^d .
166. Сп. $12^m,8$, $34''$.
167. КЗП II 6438, ампл. виз. $0^m,07$.
168. Cor Caroli (Сердце Карла), ADS 8706. Физ. сп $5^m,60$, $20''$ A — перем. (прототип) ампл. $0^m,1$, $P = 5^d,47$.
169. Возможно. перем.?, $\Delta B = 0^m,05$.
170. Спика. Сп.-дв. и затм. (алголь) с $P = 4^d,01$, ампл. $0^m,1$.
171. ADS 8630. Физ. дв.: $\Delta m = 0^m,03$, $a = 3'',75$, $P = 171^a,4$; еще опт. сп. $14^m,5$, $53''$; A = КЗП I 101317.
172. Винде-Миатрикс. КЗП I 101352.
173. Сп.-дв. 72^d (два сп.). КЗП I 101264.
174. КЗП II 102676, ампл. $0^m,07$.
175. КЗП II 7112, ампл. $0^m,05$.
176. ADS 9085, опт. сп. $\Delta m = 5^m,0$, $81''$.
177. ADS 8801, сп. 9^m , $7''$, 5 , общ. μ .
178. Сп.-дв. $1^d,93$ (два сп.); КЗП I 101439.
179. ADS 14073, физ. и сп.-дв. с $P = 26^a,7$, $a = 0'',475$; $\Delta m = 1^m,0$.
180. ADS 14121, опт. сп. $\Delta m = 6^m,8$, $81''$; КЗП I 102009.
181. ADS 14279, физ. дв. $\Delta m = 1^m,0$, $12''$.
182. КЗП I 101997.
183. Тип δ Щита, ампл. $0^m,06$, $P = 0^d,135$.
184. Этамин, ADS 10923, сп. 11^m , $13''$. Ампл. $0^m,08$.
185. ADS 10058, физ. дв. $8^m,8$, K1, $6''$; КЗП II 102800.
186. ADS 10611, сп. 14^m , $4''$.
187. Ампл. $\sim 0^m,06$.
188. Сп.-дв. $280^d,5$ и астрометр. дв. $a = 0'',06$.
189. Тубан, сп. дв. $51^d,4$; КЗП I 101425.
190. ADS 13007, физ. сп. $7^m,1$, dF6, $3'',9$; КЗП I 101902.
191. КЗП I 101207.
192. Сп.-дв. $0^d,89$; КЗП I 101294.
193. Сп.-дв. $3^d,07$.
194. ADS 11311. $\Delta m = 1^m,7$, $0'',7$, больш. период; сп.-дв.; КЗП I 101729.
195. Сп.-дв.; КЗП I 101827.
196. ADS 5107, физ. тройная: $A = 4^m,6$, $B = 5^m,22$, B3ne, $C = 5^m,60$, B3ne; расст.:
A—B $7'',4$, B—C $3'',0$.
197. ADS 4853, сп. 13^m , $51''$,

198. ADS 5864, сп. $13^m, 32''$.
199. ADS 5012. Сп. $6^m, 7, F5V, 12'', 7$, общ. μ ; еще сп. $12^m, 2, 94''$.
200. ADS 6617, сп. $B=10^m, 7, G8II$, опт.?[?]; сп. $C=8^m, 5, K2III, 67''$.
201. Сп.-дв.; сп. $12^m, 5, 56'', \Delta V=0^m, 14$.
202. Сп. $10^m, 18''$.
203. Сп. $10^m, 7, 47''$.
204. Сп. $13^m, 6, 26''$.
205. Сп. $11^m, 4''$, общ. μ .
206. ADS 3615, сп. $8^m, 0, 82''$.
207. ADS 2544, сп. $8^m, 5, 2'', 5$; КЗП I 100276.
208. ADS 3536, сп. $8^m, 1'', 2$ и еще сп. $11^m, 26''$, общ. μ ; $A=$ сп.-дв. $3^d, 9$.
209. КЗП I 343, ампл. $0^m, 2$.
210. Аль Наир, сп. $11^m, 5, 29''$; КЗП II 103076.
211. КЗП II 8784, ампл. $0^m, 2-0^m, 3$.
212. КЗП I 102210.
213. Сп.-дв. $409^d, 6$.
214. КЗП II 103088.
215. Опт. сп $8^m, 61''$; КЗП II 8764, ампл. $0^m, 1$.
216. Сп.-дв.
217. Физ. дв., $\Delta m=2^m, 5, 2'', 9$.
218. Арнеб, ADS 4146, сп. $11^m, 36''$.
219. ADS 4066, сп. $11^m, 3''$; комп. $B=$ КЗП II 6176, измен. от $7^m, 0$ до $11^m, 0$.
220. КЗП I 100445.
221. КЗП II 6156, ампл. $0^m, 4$, типа $\alpha CVn?$
222. ADS 4334, сп. $6^m, 4 K2V, 95''$, общ. μ .
223. ADS 3800, сп. $7^m, 5, 3'', 0$, общ. μ .
224. ADS 3778, сп. $10^m, 7, 12'', 8$, общ. μ .
225. Рас Альхаг, Астрометр. дв.; КЗП I 101662.
226. ADS 10374, физ. дв. $\Delta m=0^m, 5, a=0'', 86, P=88^a, 0$.
227. Цельбальрай.
228. ADS 10023, сп.-дв. $0^d, 29$; $A=$ перем. типа βCMa , ампл. $0^m, 02, P=0^d, 14$.
229. ADS 11076, сп. $14^m, 25''$, общ. μ ; опт. сп. $11^m, 54''$.
230. ADS 10087, физ. сп. $6^m, 1, a=0'', 93, P=132^a, 0$; сп. $11^m, 0, 120''$, общ. μ .
231. ADS 10966, сп. $9^m, B3, 56''$.
232. ADS 11046, дв. и сп.-дв., $\Delta m=1^m, 7, a=4'', 55, P=87^a, 8$; $Aa=$ сп.-и астрометр. дв. $P=17-18^a$.
233. КЗП I 101651.
234. ADS 10417, $\Delta m=0^m, 04, 5'', 5$; сп.-дв., 52^d ; еще сп. $6^m, 7, K5 V, 203''$, общ. μ и π ; ADS 10417 $B=v?$
235. КЗП I 101655.
236. Сп. $9^m, 3''$.
237. Сп.-дв. (два сп.); КЗП I 101612.
238. Сп.-дв., ADS 10990, физ. сп. $9^m, 1'', 0$; КЗП I 101702.
239. Новоподобная перем., ампл. $0^m, 6$.
240. КЗП II 7382, $\Delta V=0^m, 06$.
241. Унук алб Хай, опт. сп. $11^m, 6, 62''$.
242. Сп.-дв. $2^d, 29$; опт. сп. $13^m, 25''$.
243. Сп.-дв.
244. ADS 9778, $9^m, 2, dK3, 32''$, общ. μ ; еще двойная: $8^m, 4$ и $10^m, 5, 6''$ на расст. $1642''$, раздел. общ. μ .
245. ADS 9701, $\Delta m=1^m, 0, dF0, 3'', 9$. Вероятно, $A=v, \Delta V \sim 0^m, 05$.
246. ADS 11853, физ. дв., $\Delta m=0^m, 4, 22''$; КЗП I 101784.
247. Сп.-дв. (два сп.).
248. ADS 10481, $\Delta m=4^m, 0, 48''$.
249. КЗП I 101527.
250. Опт. сп. $11^m, 4, 82''$.
251. Цефеида, ампл. $1^m, 2, 9^d, 84$; сп.-дв. с тем же P ,
252. КЗП II 6101, ампл. $0^m, 04$, непр.?
253. Полуправ. 338^d .

254. $\Delta m = 9^m,3$, $67''$.
255. Шедар, ADS 561, опт. сп. 8^m , $64''$.
256. Шаф, сп.-дв. 27^d ; опт. сп. 14^m , $24''$. $\Delta V = 0^m,04$, $P = 0^d,104$, ADS 107
257. Новоподобная пер., ампл. $1^m,4$, резкие измен. интенс. линий спектра; измен. цвета; ADS 782, сп. 11^m , $2'',4$, общ. μ .
258. Рукба, алголь с ампл. обоих минимумов меньше $0^m,1$, $P = 759^d$. Элементы требуют подтверждения (промежуток времени $\min II - \min I = 361^d$)
259. КЗП I 100141.
260. ADS 671: $3^m,7$ и $7^m,4$, dM0, $a = 12'',5$, $P = 562^a$; A = астрометр. дв.; еще пять слабых опт. спутников.
261. КЗП I 100046.
262. Два спектра.
263. Полуправ. перем.: $4^m,1 - 6^m,2$.
264. КЗП I 100038.
265. Сп.-дв.; КЗП I 100091.
266. Сп. 11^m , $33''$, общ. μ .
267. ADS 1598, $\Delta m = 2^m,5$, $P = 63^a,3$, $a = 0'',6$; сп. C $\sim 14^m$, $24''$, общ. μ .
268. ADS 1860. Четверная звезда. A = перем. типа α CVn, ампл. $0^m,03$, $1^d,74$; B = $7^m,0$, F5, $a = 2'',27$, $P = 840^a$; C = $8^m,4$, dG4; A имеет сп и описывает орб. $a = 0'',113$, $P = 52^a,4$.
269. Ригиль Кентаврус, физ. дв., сп. $1^m,5$, K5, $a = 17'',7$, $P = 80^a,1$; сп. (Проксима) 11^m , M5e на расст. $2^\circ,2$, общ. μ , $\pi = 0'',785$.
270. Сп. 4^m , $1'',3$; сп.-дв.; ампл. $\sim 0^m,02$, $P \sim 3^h - 3^h,5$, может быть типа β CMa.
271. Физ. дв., $\Delta m = 0^m,1$, $a = 0'',93$, $P = 84^a,5$.
272. Сп. $13^m,2$, $38''$.
273. Сп. $8^m,9$, A2p, $5'',6$. A = дв.: $\Delta m = 0^m,0$, $0'',1$; КЗП II 7142, ампл. $0^m,1$
274. Сп.-дв. (два сп.), $8^d,02$.
275. Тройная. Общ. μ со звездами BS 4618, $4^m,46$, B6 III и BS 4619, $6^m,36$, B9; КЗП II 6892, ампл. $0^m,06$.
276. Неправ. перем., ампл. $0^m,2$; сп. 13^m , $48''$.
277. Сп. $11^m,2$, $3'',8$; КЗП II 7159, $\Delta B = 0^m,05$.
278. Сп. $11^m,8$, $16'',6$.
279. Сп.-дв. $2^d,625$. КЗП I 101405.
280. КЗП I 101416.
281. Физ. дв. $\Delta m = 0^m,2$, $a = 0'',16$, $P = 61^a,8$; КЗП I 101388.
282. Физ. дв. $\Delta m = 0^m,6$, $a = 0'',275$, $P = 42^a,8$.
283. V_r изм. от -24 до $+7$ км/сек.
284. Сп. $12^m,6$, $35''$.
285. КЗП I 101407.
286. Сп. дв. $9^d,94$.
287. Сп.-дв. $7^d,65$; сп. $9^m,4$, $26''$, общ. μ .
288. Вероятно, физ. дв.; $\Delta m = 1^m,6$, $9'',4$.
289. Сп.-дв., 1025^d .
290. Общ. μ с δ Сеп и BS 4619 ($6^m,36$, B9, $368''$).
290. Канопус.
291. Новоподобная с минимум. $7^m,9$; сп. $2^m,1$, $1'',1$. Может вспыхнуть вновь!
292. Сп.-дв.; КЗП II 6634, ампл. $0^m,3$, затм.? $P = 785^d$?
293. КЗП II 6705, ампл. $0^m,3$?
294. Сп. $6^m,0$, F0, $5,0$, общ. μ .
295. PP Car, ампл. $0^m,09$.
296. Цефеида с ампл. 1^m , $P = 35^d,56$; сп.-дв.
297. КЗП I 101115.
298. Сп.-дв. (два сп.) $6^d,74$; КЗП II 6698, ампл. $0^m,3$, затм.?
299. КЗП II 6804, ампл. $0^m,04$.
300. КЗП II 6788, ампл. $0^m,04$.
301. Сп. $12^m,3$, $29''$.
302. Сп.-дв.; КЗП II 6820, ампл. $0^m,05$.
303. КЗП I 101128.
304. Сп.-дв.; сп. $12^m,4$, $17''$; КЗП II 6654, ампл. $0^m,04$.
305. КЗП I 101036.

306. Сп.-дв. 195^d,3.
307. Мира, долгопериодич. перем. (прототип), $P=331^d,6$, ампл. 8^m; физ. сп. 10^m, 119" = YZ Cet — новоподобная пекул. звезда Ne; еще опт. сп. 13^m, 75".
308. КЗП I 100058.
309. Менкар $\Delta m=0,07$:
310. ADS 2080:3^m,7, A1 и 6^m,2, F7 на расст. 3",4; еще сп. 10^m,2, K5, 14', общ. μ .
311. ADS 1118, $\Delta m=11^m,0,65''$.
312. Сп.-дв. 1652^d; КЗП I 100139.
313. Перем. типа β CMa, ампл. 0^m,03. $P=0^d,161$; сп.-дв. с $P=0^d,15$ (может быть комбинация двух периодов).
314. КЗП II 5843, ампл. 0^m,05.
315. Сп.-дв. и затм. (алголь) с $P=1^d,023$, ампл. 0^m,17; ADS 15314, сп. 12^m,5, 119".
316. Сп. $\Delta m=3^m,0,205''$, общ. μ ; А — сп.-дв., 1374^d; В — физ. дв. ADS 13717, сп. 10^m, 1",1; В — сп.-дв. $\xi^d,7$.
317. Опт. сп. на расст. 7", состоит из двух физ. комп. 11^m,2 и 11^m,5, 1",2.
318. ADS 14971, $\Delta m=10^m,21'',5$.
319. ADS 13632, $\Delta m=5^m,0,46''$.
320. ADS 14632, $\Delta m=7^m,3,26''$.
321. Сп. 13^m, 13".
322. КЗП I 100849.
323. Перем. типа δ Щита. $P=0^d,141$, ампл. 0^m,1; сп. 13^m,4, 30".
324. Сп.-дв. 1066^d.
325. Полуправ. перем. ампл. 3^m,2, 141^d; сп. 9^m,5, 62".
326. Сп.-дв. 258^d; сп. 9^m,4, G5V, 22",7, общ. μ .
327. Сп.-дв.; сп. 13^m, 5",4.
328. Сп.-дв. 2660^d.
329. ADS 6255, $\Delta m=0^m,10''$; опт. сп. 13^m, 8,6".
330. Сп.-дв. 138^d.
331. Сп. 9^m,6, K0, 60".
332. Сп.-дв. 930^d; сп. 9^m, 51".
333. КЗП II 6621, ампл. 0^m,06.
334. ADS 6384, $\Delta m=8^m,5,28''$.
335. Денеб, ADS 14172, $\Delta m=10^m,4,76''$; КЗП I 102017.
336. Садр, ADS 13765, $\Delta m=7^m,7,142''$; КЗП I 101987.
337. Сп.-дв.; сп. 13^m,4, M4, 78", общ. μ ; опт. сп. 11^m,5, 44".
338. ADS 12880, 6^m,3, $a=2'',56$, $P=537^a$; КЗП I 101885.
339. Альбирео, ADS 12540, сп. 5^m,4, B0 V, 35"; А — перем.?
340. Сп.-дв.; КЗП I 102055.
341. Сп.-дв. 0^d,14; ADS 14787, $\Delta m=4^m,2, a=0'',96$, $P=50^a$; еще сп. 12^m,3, M3, 93", общ. μ ; КЗП I 102076.
342. Ампл. $\sim 0^m,04$.
343. V 695 Cyg — алголь и сп.-дв. с $P=3803^d$; ADS 13554, сп. 6^m,9, A3V, 107".
344. ADS 13149, сп. 13^m, 7",6, общ. μ ; опт. сп., $\Delta m=6^m,5,46''$; КЗП I 101914.
345. Сп.-дв.
346. Перем. алголь с ампл. 0^m,3, $P=1148^d$; сп.-дв. 1170^d (может быть также и 390^d).
347. Ампл. 0^m,14.
348. Перем. типа Мира Кита 407^d, ампл. 11^m (средняя величина в макс. 5^m,2, в миним. 13^m,4).
349. ADS 14259 физ. сп. 9^m, 6",6.
350. Сп.-дв., 11^d; КЗП I 102080.
351. Сп.-дв., 72^d.
352. Сп.-дв.; ампл. $\sim 0^m,05$.
353. ADS 14831; сп. 10^m, 15", общ. μ ; А — сп.-дв.; КЗП I 102081
354. ADS 12695; сп. 13^m, 3",6, общ. μ ; опт. сп. 11^m, 48".
355. ADS 15270, сп. 6^m,1, dF3, $a=4'',2$; $P=444^a$; сп. C=ADS 15275A, 6^m,2, 217".
- 355'. Регул, четверная, ADS 7654. Сп. В на расст. 177", общ. μ , состоит из 7^m,6, K2 и 13^m, раздел. 4"; сп. D на расст. 217", общ. μ ; КЗП I 101099.
356. ADS 7724, $\Delta m=1^m,2, a=2'',51$, $P=618^a,6$. КЗП II 6777, затм.
357. Денебола, ADS 8314, опт. сп., $\Delta m=11^m,80''$; КЗП I 101225.

358. КЗП I 101900.
359. Сп.-дв. $14^d,5$; ADS 7480, $\Delta m = 6^m,0$, $85''$.
360. $\Delta V = 0^m,04$,
361. КЗП I 101135.
362. ADS 8148, $\Delta m = 2^m,7$, $a = 1'',9$, $P = 200^a$; КЗП I 101199.
363. КЗП I 101056.
364. ADS 7979, $\Delta m = 1^m,8$, A1n, $6'',5$; B — сп.-дв.
365. ADS 7649, $\Delta m = 9^m,0$, $8'',0$, общ. μ .
366. ADS 7351, физ. сп. $9^m,5$, $2'',4$; B — КЗП II 6712, ампл. $2^m,0$.
367. Физ. сп. $= \gamma^1 = 5^m,6$, dF4, $14''$; γ^1 — сп.-дв. и *var?*; $\gamma^2 =$ КЗП I 100831.
368. КЗП I 100968.
369. Сп. 9^m , $17''$, общ. μ .
370. Сп.-дв. (два сп.).
371. Сп.-дв. $14^d,17$; сп. $7^m,8$, $6'',1$.
372. Вега, ADS 11510, опт. сп. $9^m,5$, $57''$; КЗП I 101745; сп. $=$ КЗП I 101746.
373. ADS 11908, опт. сп. 12^m , $14''$; КЗП I 101793.
374. Сп.- и затм. дв. $12^d,91$, ампл. $0^m,9$; ADS 11745, сп. 7^m , $47''$.
375. Полуправ. перем. с ампл. 1^m , 46^d ; сп.-дв.
376. Перем. с ампл. $0^m,4$, ADS 11825, сп. 11^m , $86''$.
377. КЗП I 101721.
378. Сп.-дв. $4^d,30$; ADS 11639, сп. $5^m,71$, F0 IVn, $44''$, общ. μ ; $\zeta^1 =$ КЗП I 101763, $\zeta^2 =$ КЗП I 101764.
379. Ампл. $0^m,06 - 0^m,08$.
380. ADS 12197, опт. сп. $8^m,5$, A0, $28''$; КЗП I 101817.
381. Четверная звезда ADS 11635, состоящая из двух пар (ϵ^1 и ϵ^2) на расст. $208''$, общ. μ и V_r . AB $= \epsilon^1$: $5^m,0$, A2, $6^m,0$. A2, $3'',6$; CD $= \epsilon^2$: $5^m,1$ A3, $5^m,4$, A5, $3'',0$; D = КЗП I 101761.
382. Полярная. ADS 1477: A — цефеида сферич. составляющей, ампл. $0^m,14$, $3^d,970$, B $= 8^m,8$, F3V, сп.-дв. с двумя периодами $3^d,97$ и $29^a,6$ (невидимый спутник), сп. C $= 13^m$, $43''$; сп. D $= 12^m$, $83''$.
383. Кохаб, КЗП I 101477.
384. Сп.-дв. $0^d,108$ (элементы переменные); КЗП I 101502.
385. Сп.-дв. и затм. с $P = 39^d,48$ и ампл. $0^m,14$; ADS 10242, сп. 11^m , $77''$.
386. ADS 9286, $\Delta m = 9^m,0$, $21''$; опт. сп. $10^m,5$, $58''$.
387. КЗП I 101534.
388. Китальфия, сп.-дв. (два сп.).
389. ADS 14773 (дв. и сп.-дв.), $P = 5^a,70$, $\Delta m = 0^m,5$, $a = 0'',26$.
390. ADS 7780, $\Delta m = 2^m,5$, $P = 37^a,90$, $a = 0'',39$.
391. КЗП II 6770, ампл. $0^m,05$, $P \sim 0^d,1$.
392. Прокцион, ADS 6251 Сп (белый карлик) $10^m,8$, $40^a,65$, $a = 4'',55$; A = сп.-дв. $40^a,23$; опт. сп. $12^m,2$, $81''$; КЗП I 100884.
393. КПЗ II 6586, ампл. $0^m,02$, период $0^d,09$.
394. Сп.-дв. $389^d,0$; ADS 6100, сп. 12^m , $119''$.
395. HD 66141.
396. Сп. $\Delta m = 10^m$, $30''$, КЗП II 6935, ампл. $0^m,07$.
397. Физ. сп. $\Delta m = 0^m,3$, $1'',6$.
398. Сп. $12^m,4$, $41''$.
399. Сп.-дв. 847^d .
400. КЗП I 101257.
401. КЗП I 101129.
402. Сп. $9^m,5$, $42''$.
403. Гамаль, КЗП I 100163.
404. Шератан, сп.-дв. 107^d ; КЗП I 100146.
405. ADS 2159, опт. сп. 9^m , $128''$; КЗП I 100234.
406. ADS 1507, физ. сп. $\Delta m = 0^m$, $8'',7$; γ^2 , вероятно, *v*.
407. КЗП I 100261
408. Сп.-дв. 1037^d , астрометр. дв. $a = 0'',05$.

409. Сп.-дв.
410. Альтаир. ADS 13009, опт. сп. $\Delta m = 8^m, 7$, $165''$.
411. ADS 12026, физ. сп. 12^m , $5'', 6$.
412. Сп.-дв. $17^d, 1$ (два сп.).
413. Сп.-дв.; астрометр. дв. 1250^d , КЗП I 101835.
414. Цефеида, $7^d, 2$, ампл. $0^m, 7$.
415. ADS 13110, физ. сп. $11^m, 4$, dM3, $12'', 5$; КЗП I 101909.
416. Сп.-дв.
417. КЗП I 101794.
418. Сп.-дв. $205^d, 0$; ADS 14081, опт. сп. $10^m, 8$, $32''$; КЗП I 102005.
419. ADS 12663, 13^m , $47''$; КЗП I 101864.
420. ADS 12607, опт. сп. $9^m, 5$, $183''$; КЗП I 101858.
421. Ригель, ADS 3823, сп. $7^m, 4$, B5, $10''$; A — сп.-дв. $9^d, 9$; B — физ. дв., $\Delta m = 0^m$, B5, $0'', 4$; КЗП I 100463.
422. Бетельгейзе, ADS 4506, сп. 11^m , $176''$; A — полуправ. перем. с ампл. $0^m, 9$, 2070^d и сп.-дв. $5^a, 8$; опт. сп. $13^m, 5$, $77''$.
423. Беллатрикс, КЗП I 100483.
424. Альнилам, КЗП II 6305.
425. Альнитак, ADS 4263, $\Delta m = 2^m, 2$, B3n, $2'', 5$; КЗП I 100670.
426. Саиф, КЗП I 100683.
427. Минтака, ADS 4134, $13^m, 5$, $33''$; A — затм. и сп.-дв., ампл. $0^m, 2$, $5^d, 73$; C — $6^m, 9$, B3, $53''$, общее μ .
428. ADS 4193, $7^m, 4$, B8, $12''$; A — сп.-дв. 29^d . B = КЗП I 100603.
429. КЗП I 100411.
430. ADS 4002, $\Delta m = 1^m, 0$, $1'', 7$; A — затм. типа β Лиры с ампл. $0^m, 15$, $8^d, 0$; сп.-тройная $8^d, 0$, $9^a, 2$.
431. ADS 4179, $\Delta m = 1^m, 9$, O5e, $4''$. B = $v?$ и сп.-дв.; еще сп. 11^m , $28''$; КЗП I 100542.
432. ADS 3877, $\Delta m = 7^m, 2$, $36''$.
433. Сп.-дв. $9^d, 52$; КЗП I 100415.
434. Сп.- и затм. дв., ампл. $0^m, 05$, $3^d, 7$.
435. ADS 4241, $\Delta m = 2^m, 0$, B2, $0'', 3$; сп. D = $7^m, 2$, $13''$, общ. μ ; сп. E = $6^m, 5$, $42''$, общ. μ .
436. ADS 3540, опт. сп. $\Delta m = 7^m, 0$, $32''$.
437. ADS 4617, $\Delta m = 2^m, 3$, 18^a , $a = 0'', 266$; A — сп.-дв. $4^d, 45$; КЗП II 6415, ампл. $0^m, 06$; затм.
438. ADS 4115, $\Delta m = 1^m, 5$, $a = 1'', 29$, $P = 586^a$.
439. Сп.-дв. $8^d, 4$.
440. Сп.-дв. $131^d, 3$.
441. ADS 3797, сп. $8^m, 3$, $7'', 3$; A — сп.-дв., 1031^d , КЗП I 100457.
442. КЗП I 100426.
443. КЗП I 100707.
444. Пикок, сп.-дв. $11^d, 75$; КЗП I 101983.
445. КЗП II 8399, ампл. $0^m, 13$.
446. КЗП I 101905.
447. $\Delta m = 8^m, 1$, $56''$. КЗП I 102086.
448. $\Delta m = 9^m, 0$, $63''$; быстрая непр. перем.? $3^m, 7$ — $4^m, 2$; изредка бывает ярче на $0^m, 2$ — $0^m, 3$. КЗП I 101766.
449. КЗП I 102086.
450. Сп.-дв.; КЗП I 101707.
451. Сп. $8^m, 1$, F — G, $3'', 3$, общ. μ ; A — сп.-дв. 2214^d , КЗП II 102863.
452. $\Delta m = 2^m, 6$, $42''$; A и B (γ^1 Vel) — сп.-дв.; КЗП II 6619, ампл. $0^m, 2$, затм.?, $P = 16^d, 23?$.
453. Физ. сп. $6^m, 5$, $3'', 5$; еще сп. (двойная: 11^m и 12^m на расст. $4''$) 10^m , $69''$, общ. μ .
454. Аль Сухайль, дв., $\Delta m = 12^m$, $17''$; КЗП II 6689, ампл. $0^m, 1$, непр.? линии Ca II в эмиссии.
455. Сп.-дв., $116^d, 65$.
456. Физ. сп. $\Delta m = 4^m, 1$, $2'', 8$.
457. Сп., $\Delta m = 7^m, 8$, $37''$.
458. Сп., $\Delta m = 1^m, 2$, $a = 0'', 92$, $P = 34^a, 1$; комп. B = КЗП II 6723, ампл. $0^m, 6$.

459. КЗП II 6651, ампл. $0^m,05$.
460. Сп., $10^m,8$, $38''$.
461. Физ. сп., $\Delta m = 0^m,5$, $a = 0'',32$, $P = 16^a$, A — сп.-дв. $10^d,1$.
462. Сп.-дв.
463. Опт. сп. $11^m,2$, $47''$.
464. Сп., $6^m,6$, B8, $52''$, вероятно, общ. μ ; сп.-дв.: $6^m,62$ и $11^m,2$ на расст. $20''$.
465. Сп.-дв. Спутник звезды γ^2 на расст. $42''$.
466. Сп., $\Delta m = 8^m,5$, $27''$.
467. Сп.-дв., $74^d,2$.
468. Сп. $\sim 8^m$, $7''$.
469. ADS 15268, сп. 11^m , $82''$, общ. μ ; опт. сп. $\Delta m = 6^m,0$, $144''$; КЗП I 102124.
470. Шеат, медленная неправ. перем., ампл. $0^m,9$. ADS 16483, $\Delta m = 7^m,0$, $264''$.
471. Макраб, КЗП I 102226.
472. Альгениб, перем. типа β Цефея, ампл. $0^m,02$, $P = 0^d,15$.
473. ADS 16211, $\Delta m = 7^m,1$, $91''$; A — сп.-дв. 818^d ; КЗП I 102199
474. ADS 16182, $\Delta m = 8^m,0$, $64''$.
475. КЗП I 102151.
476. Сп.-дв. $10^d,2$.
477. ADS 14909, сп. $9^m,2$, K0V, $36''$, общ. μ .
478. ADS 15281, $\Delta m = 0^m,5$, $a = 0'',22$, $P = 11^a,5$; A — сп.-дв. $5^d,97$; опт. сп. $10^m,8$, $13''$.
479. ADS 16261, физ. сп. $11^m,7$, $12''$.
480. Мирфак, КЗП I 100269.
481. Алголь, затм., ампл. $1^m,3$, $P = 2^d,867$; тройная сп. система $P = 2^d,87$ и $1^a,783$; сп. $\Delta m = 8^m,3$, $82''$.
482. ADS 2843, $9^m,3$, $13''$, общ. μ ; опт. сп. $9^m,3$, $92''$. КЗП I 100363.
483. ADS 2888, сп.-дв. $8^m,3$, B8, $9''$. Общ. μ . КЗП I 100363.
484. ADS 2324, сп.-дв. 5350^d , сп. $\Delta m = 7^m,7$, $58''$.
485. КЗП I 100296.
486. Полуправ. перем., 33^d , ампл. $0^m,7$.
487. ADS 2738, $\Delta m = 8^m,0$, $31''$; КЗП I 100305.
488. ADS 2157, B = $8^m,5$, $28'',6$, общ. μ ; сп. C = 9^m , A0, $67''$.
489. ADS 2368, опт. сп. $\Delta m = 9^m,5$, $24''$. КЗП I 100260.
490. ADS 2726, сп. $8^m,5$, $1'',0$; A — сп.-дв. и элл. перем. с $P = 4^d,42$ (два сп.), ампл. $0^m,03$.
491. ADS 2202, сп., $\Delta m = 6^m,6$, $52''$; A — сп.-дв. $1515^d,6$; КЗП I 100243.
492. Медл. периодич. ($55^d?$) или полупр. перем., ампл. $0^m,01$.
493. КЗП I 100364.
494. Непр. перем., ампл. $0^m,1$; сп.-дв. $126^d,6$ (может быть также больший период).
495. ADS 2081, физ. сп. $10^m,0$, dM2, $18''$.
496. ADS 3071, сп. 12^m , $15''$, общ. μ ; A — сп.-дв. 283^d и КЗП II 6092, ампл. $0^m,14$, возм. цикл $2^h 20^m?$
497. Сп.-дв. 6270^d .
498. КЗП I 100282.
499. ADS 2402, сп. $7^m,0$, $a = 3'',5$, $P = 408^a$; КЗП II 6016, ампл. $\sim 2^m$.
500. $\Delta m = 8^m,4$, $51''$.
501. Акубенс, ADS 7115, физ. сп. 11^m , $11'',5$. Вероятно, $v?$ — колеб. блеска и цвета на $0^m,03$ — $0^m,06$.
502. ADS 6967, опт. сп. $\Delta m = 8^m,0$, $46''$.
503. ADS 6988, физ. сп. $\Delta m = 2^m,0$, $31''$, обе перем.? A = КЗП I 101000.
504. ADS 6704, сп. 14^m , $29''$, общ. μ .
505. Сп. 13^m , $6'',4$, общ. μ .
506. ADS 1199, сп. 11^m , $1'',4$, общ. μ ; КЗП I 100120.
507. ADS 1615, физ. сп. $\Delta m = 0^m,9$, $a = 2'',66$, $P = 720^a$, оба комп. перем.? A = КЗП I 100159.
508. Сп. дв.
509. КЗП I 2825, ампл. $0^m,14$.

510. КЗП I 101039.
511. ADS 7292, физ. сп. $\Delta m = 2^m, 7, 2'', 8$.
512. Ампл. $\sim 0^m, 03$.
513. ADS 5586, физ. сп. $\Delta m = 1^m, 1, 0'', 9$; опт. сп. $C = 13^m, 29''$, сп. $D = 9^m, 5, 207''$.
514. Альфека, затм. и сп.-дв. с $P = 17^d, 36$, ампл. $0^m, 1$. Еще один спектр. Период $2^d, 807$.
515. Сп.-дв. $10^a, 5$; магнитно-перем. с $P = 18^d, 5$; $\Delta V = 0^m, 04$, $P = 9^d, 25$.
516. ADS 9757, физ. сп. $\Delta m = 3^m, 0$, $a = 0'', 74$, $P = 91^a, 0$; сп.-дв. (два сп.); КЗП I 101523.
517. ADS 9859, сп. $13^m, 2'', 2$, общ. μ .
518. $\Delta m = 8^m, 6, 49''$.
519. Сп.-дв. $1911^d, 5$.
520. $\Delta m = 8^m, 14''$.
521. КЗП II 6073, $\Delta V = 0^m, 15$.
522. Антарес, ADS 10074, $6^m, 8$, B4, $3'', 4$, общ. μ ; A — полуправ. перем. ампл., $0^m, 9, 1733^d$.
523. Сп.-дв. $5^d, 6$.
524. КЗП I 101607.
525. Дшубба.
526. Акраб, ADS 9913, физ. сп. $B = 10^m, 1''$; сп. $C = \beta^2 \text{ Sco} = 5^m, 1, 14''$, общ. μ ; A — сп.-дв. $6^d, 8$; КЗП I 101548.
527. Сп.-дв.
528. ADS 10009, $\Delta m = 7^m, 0, 20'', 7$; A — перем. типа $\beta \text{ CMa}$, ампл. $0^m, 8$, $P = 0^d, 247$, сп.-дв. $34^d, 08$.
529. ADS 9862, $\Delta m = 6^m, 0, 51''$; A — сп.-дв., $1^d, 57$ (два сп.); КЗП II 102882.
530. $\Delta m = 9^m, 4, 38''$; A — сп.-дв.
531. $\mu^2 \text{ Sco}$ (на расст. $346''$), общ. μ ; A — затм. (типа $\beta \text{ Лир}$) и сп.-дв. $1^d, 446$, ампл. $0^m, 3$.
532. КЗП II 7523, ампл. $\sim 0^m, 04$.
533. ADS 9846, $\Delta m = 10^m, 5, 38''$.
534. ADS 9951, сп. $6^m, 5$, A; оба комп. — физ. дв.: расст. $42''$, общ. μ ; A = $4^m, 4$, и B = $6^m, 4, 1'', 1$; C = $6^m, 8$ и D = $7^m, 8, 2''$.
535. КЗП I 101597.
536. ADS 9909 AB, физ. сп., $\Delta m = 0^m, 3, 45^a, 7$; на расст. $281''$ двойная ADS 9910: $7^m, 4$, G8V и $8^m, 1$ K0V, $8''$, общ. μ и π ; сп. C = $7^m, 2$, dG7, $7''$, A — сп.-дв. $44^a, 70$.
537. КЗП I 101661.
538. КЗП I 101550.
539. КЗП II 8864, $\Delta V = 0^m, 03$.
540. Сп.-дв. 3988^d , КЗП I 101889.
541. ADS 12766, опт. сп. $\Delta m = 8^m, 8, 33''$.
542. Каус Аустралис, $\Delta m = 11^m, 3, 32'', 5$.
543. Нунки.
544. ADS 11950, физ. сп. $\Delta m = 0^m, 2$, $a = 0'', 52$; $P = 20^a, 8$.
545. ADS 11264, $\Delta m = 10^m, 58''$.
546. Каус Бореалис.
547. Тройная: $\Delta m = 0^m, 1, 0'', 1$ и сп. $6^m, 0$ на расст. $0'', 4$.
548. Сп.-дв.; КЗП I 101708.
549. Физ. сп. $9^m, 2, 4'', 4$; $\Delta V = 0^m, 07$.
550. Сп.-дв.
551. ADS 11996, $\Delta m = 10^m, 0, 34'', 5$.
552. ADS 11169, $\Delta m = 5^m, 5, 49''$; A — затм. (алголь) и сп.-дв. $180^d, 4$, ампл. $0^m, 14$.
553. $\Delta m = 2^m, 9$, A3, $29''$, общ. μ .
554. Сп.-дв.
555. Сп.-дв. $2^d, 1$.

556. Альдебаран, ADS 3321, сп. $B = 13^m,5$, dM2, $31''$; КЗП II 6116, ампл. $0^m,2$
557. Нат.
558. Альциона, $\Delta m = 3^m,3$, $117''$.
559. Сп.-дв. 133^d . КЗП I 633, ампл. $0^m,07$.
560. Сп.-дв. 141^d , общ. μ с θ^1 .
561. Сп. и затм. (алголь) дв. $3^d,95$, ампл. $= 0^m,5$; измен. V_r еще с $P = 30^d$.
562. Сп.-дв. 1655^d ; КЗП I 100272.
563. Атлас, ADS 2786, $\Delta m = 3^m,0$, $0'',6$; сп.-дв.; КЗП I 100333.
564. КЗП II 102439.
565. Электра.
566. Сп.-дв. (два сп.)
567. КЗП II 102443, ампл. $\sim 0^m,1$.
568. Общ. μ с θ^2 .
569. Майя.
570. Сп.-дв. 960^d .
571. Ампл. $\sim 0^m,1$:
572. ADS 3317, сп. $8^m,5$, $69''$, общ. μ ; A — сп.-дв. $3^d,57$, КЗП I 100396.
573. Сп.-дв.
574. ADS 3206, физ. сп. $\Delta m = 4^m,5$, $1'',5$; сп. 11^m , $80''$, общ. μ .
575. Сп.-дв. $1^d,505$.
576. Тайгета.
577. Сп.-дв.
578. Сп.-дв. $31^d,4$ (два сп.).
579. Сп.-дв. $1^d,74$.
580. Сп.-дв. $4197^d,7$; астрометр. дв. $a = 0'',05$.
581. Шестерная звезда; β^1 — сп.-дв.; сп. 14^m , $2''$; β^2 — физ. дв. ($4^m,8$, A2 IV—V и $6^m,0$, $a = 0'',411$, $P = 43^a,07$) на расст. $27''$ от β^1 , общ. μ ; еще сп. $5^m,2$, A2 (дв. с $\Delta m = 0^m,4$, $0'',1$) на расст. $11'$, общ. μ , V_r и л.
582. Сп.-дв. 3849^d ; астрометр. дв., $a = 0'',07$.
583. Физ. сп. $\Delta m = 0^m,0$, $1'',4$; КЗП I 100087.
584. Сп.-дв. $193^d,8$; КЗП II 5925, ампл. $0^m,08$.
585. $\Delta m = 2^m,8$, $\rho = 0'',8$, общ. μ ; A — сп.-и затм. дв. $1^d,67$, ампл. $0^m,5$; еще сп. 7^m , $6''$, общ. μ .
586. Сп.-дв.; КЗП II 5951, ампл. $0^m,12$.
587. Ампл. $\sim 0^m,05$.
588. КЗП II 6903, ампл. $0^m,04$.
589. $\Delta m = 7^m,8$, $31''$.
590. Альдерамин, ADS 14858, $\Delta m = 7^m,8$ $209''$.
591. КЗП I 102274.
592. Альфирк, ADS 15032, сп. $7^m,8$, A4n, $14''$; A — перемен. типа β CMa, ампл. $0^m,05$, $P = 0^d,190$.
593. Сп.-дв.; КЗП I 102155.
594. ADS 14276, $\Delta m = 7^m,7$, $100''$.
595. ADS 15271, $\Delta m = 8^m,3$, $20''$; A — сп.-дв. и полупр. перемен. с периодами 750^d и 4675^d , ампл. $1^m,5$.
596. Перемен. типа δ Sct.
597. Сп.-дв. (два сп.) $840^d,6$.
598. КЗП I 102128.
599. ADS 15600, физ. сп., $\Delta m = 1^m,9$, $7'',6$ (сп. dF7); A — сп.-дв.
600. ADS 15987, $6^m,3$, B7 IV, $41''$, общ. μ ; A — цефеида (прототип) $5^d,366$, ампл. $0^m,8$.
601. ADS 13524, физ. сп. 8^m , $7'',6$.
602. ADS 16538, физ. сп. $7^m,0$, $a = 0'',84$, $P = 150^a$; A — сп.-дв. $556^d,2$.
603. Физ. сп. $8^m,8$, K5 V, $18''$.
604. Физ. дв. $\Delta m = 0^m,2$, $1'',6$.

- 605 Алькес.
- 606 ADS 8153, физ. сп. 9^m , $5''$,2, общ. μ .
- 607 КЗП I 101738.
608. Сп.-дв. 834^d .
609. Ахернар.
610. КЗП I 100450.
611. Дв.: 3^m ,4, A3V и 4^m ,4, A2, $8''$, общ. μ ; сп.-дв. (два сп.); КЗП I 100250.
612. ADS 2904, $\Delta m = 9^m$,5, $53''$. КЗП II 6066, $\Delta V = 0^m$,03.
613. $\Delta m = 4^m$,6, $86''$.
614. Физ. дв., $\Delta m = 1^m$,0, $0''$,6; A — сп.-дв 5^d ,01 (два сп.)
615. Сп. 11^m , $6''$,2, общ. μ .
616. ADS 2472, физ. сп., $\Delta m = 6^m$,0, $6''$,0; опт. сп 11^m , $40''$; КЗП II 6025, ампл. 0^m ,06.
617. Сп.-дв. 17^d ,9.
618. КЗП I 100247.
619. Дв., $\Delta m = 4^m$,0, $1''$,3.
620. Перем. типа β CMa, 0^d ,1735, ампл. 0^m ,2; V_r измен. с $P = 0^d$,19.
621. Сп.-дв.
622. КЗП I 100453.
623. Физ. дв., $\Delta m = 0^m$,5, $8''$,6; оба комп., вероятно, перем., A — КЗП I 100352.
624. Сп.-дв. 6^d ,22 (два сп.)
625. ADS 3380, $\Delta m = 0^m$,3, $0''$,4; КЗП I 100402, $\Delta V = 0^m$,07.
626. КЗП II 6050, ампл. 0^m ,08.
627. ADS 3093. Тройная: 4^m ,5 и двойная (9^m ,2, A и 11^m ,0, M6, на расст. $3''$, 248^a) на расст. $82''$, общ. μ .
628. ADS 2850, физ. дв., $\Delta m = 1^m$,3, $7''$,0.
629. КЗП I 100395.
630. КЗП I 100028.
631. Физ. дв. $\Delta m = 0^m$,0, одинак. спектры, $\alpha = 2''$,07, $P = 119^a$,3.
632. (Акрукс), $\Delta m = 0^m$,5, $4''$,4; A — сп.-дв. 59^d ,3; B — сп.-дв. 56^d .
633. $\Delta m = 10^m$,0, C5—C7 (в сист. МК), $44''$; A — перем типа β CMa, 0^d ,25, ампл. 0^m ,07.
634. Опт. сп. 6^m ,4, A2, $111''$; КЗП I 101285, ампл. 0^m ,06.
635. КЗП II 6902, ампл. 0^m ,06.
636. КЗП I 1849, ампл. 0^m ,6, неправ.?
637. $\Delta m = 1^m$,2, $35''$, общ. μ .
638. $\Delta m = 10^m$,0, $34''$.
639. $\Delta m = 5^m$,7, $44''$, сп.-дв.
640. $\Delta m = 9^m$,3, $4''$,5; сп.-дв. (два сп.) 24^d ,5.
641. Фомальгаут.
642. Сп. 10^m , G3, $5''$,5, общ. μ .
643. $\Delta m = 3^m$,4, $30''$, общ. μ .
644. $\Delta m = 7^m$,0, $20''$; сп.-дв. (два сп.).
645. Физ. сп. 8^m ,5, $4''$,5, КЗП I 102214.
646. КЗП II 102765.
647. $\Delta m = 7^m$,5, $30''$.
648. $\Delta m = 4^m$,7, A5, $83''$.
649. ADS 16021, опт. сп. $\Delta m = 8^m$,0, $36''$.
650. Сп.-дв.; КЗП I 102179.
651. ADS 15758, опт. сп., $\Delta m = 6^m$,0, $29''$; A — сп.-дв.; КЗП I 102156.

ТАБЛИЦА 51

Список звезд ярче $V = 4^m,52$, расположенных в порядке возрастания прямых восхождений.

(Найдя обозначение звезды и ее звездную величину, обратитесь к табл 51, где приведены другие данные о звездах, здесь указана лишь переменность (v) звезды, либо подозрение на переменность ($v?$))

Координаты		V	Название	Координаты		v	Название
α 1950	δ 1950			α 1950	δ 1950		
h m		m		h m		m	
00 05,8	+28°49'	2,06	21 α And	01 41,7	-16°12'	3,50	52 τ Cet
06,5	+58 52	2,27 $v?$	11 β Cas	42,8	+08 54	4,26	110 o Psc
06,9	-46 01	3,88	ε Phe	48,8	+89 02	2,02 v	1 α UMi
10,7	+14 54	2,84 v	88 γ Peg	49,0	-10 35	3,72 $v?$	55 ζ Cet
12,1	-19 13	4,46 $v?$	7 Cet	50,2	+29 20	3,42	2 α Tri
15,7	+36 30	4,52 $v?$	25 o And	50,8	+63 26	3,38 $v?$	45 ε Cas
16,9	-09 06	3,55	8 i Cet	50,8	+19 03	3,88 $v?$	5 $\gamma^{1,2}$ Ari
17,5	-65 10	4,23	ζ Tuc	51,6	-46 33	4,41 $v?$	ψ Phe
23,2	-77 32	2,80 $v?$	β Hyi	51,9	+20 34	2,65 $v?$	6 β Ari
23,7	-43 57	3,94	κ Phe	54,0	-51 51	3,70 $v?$	χ Eri
23,8	-42 35	2,40	α Phe	57,2	-6i 49	2,86	α Hyi
29,3	-63 14	4,36	β^1 Tuc	57,6	-21 19	4,01	59 v Cet
30,1	+62 39	4,16 $v?$	15 κ Cas	57,8	+70 40	4,50	18 A Cas
34,2	+53 37	3,66 $v?$	17 ζ Cas	59,1	+72 11	3,98	50 Cas
34,2	+33 27	4,36	29 π And	59,5	+02 31	3,82 $v?$	113 α Psc
35,9	+29 02	4,38	30 ε And	02 00,8	+42 05	2,10	57 $\gamma^{1,2}$ And
36,6	+30 35	3,28	31 δ And	04,3	+23 14	2,00 $v?$	13 α Ari
37,7	+56 16	2,23 $v?$	18 α Cas	06,6	+34 45	3,00	4 β Tri
41,1	-18 16	2,02 $v?$	16 β Cet	10,3	+08 37	4,37	65 ξ^1 Cet
42,0	+48 00	4,50	22 o Cas	14,3	+33 37	4,01	9 γ Tri
44,7	+24 00	4,06 v	34 ζ And	14,7	-51 45	3,56	φ Eri
46,1	+57 33	3,44	24 η Cas	16,8	-03 12	2,0 v	68 o Cet
46,1	+07 19	4,44	63 δ Psc	20,9	-68 53	4,08	δ Hyi
53,7	+60 27	2,39 v	27 γ Cas	24,9	+67 11	4,51 v	i Cas
54,0	+38 24	3,87	37 μ And	25,2	-47 56	4,25	κ Eri
54,5	+23 09	4,42	38 η And	25,5	+08 14	4,29	73 ξ^2 Cet
56,2	-29 38	4,31 $v?$	α Scl	36,9	+00 07	4,06 v	82 δ Cet
01 00,3	+07 37	4,28	71 ε Psc	38,7	-40 04	4,11	i Eri
01,5	+85 59	4,26	2 UMi	38,8	-68 29	4,10	ε Hyi
03,9	-46 59	3,31 $v?$	β Phe	40,7	+03 02	3,47	86 γ Cet
06,1	-10 27	3,45	31 η Cet	40,8	+49 01	4,13	13 θ Per
06,3	-55 31	3,94 v	ζ Phe	41,7	-14 04	4,25	89 π Cet
06,6	+46 59	4,25	42 φ And	42,2	+09 54	4,27	87 μ Cet
06,9	+35 21	2,05	43 β And	42,8	-18 47	4,46	1 τ^1 Eri
08,0	+54 53	4,34 $v?$	33 θ Cas	44,9	+29 02	4,51	39 Ari
08,9	+29 49	4,51	τ Psc	47,0	-32 37	4,46	β For
21,5	-08 26	3,59	45 θ Cet	47,0	+55 41	3,77	15 η Per
22,5	+59 59	2,68 v	37 δ Cas	47,0	+27 03	3,63 $v?$	41 c Ari
26,2	-43 34	3,41 $v?$	γ Phe	47,4	+38 07	4,23	16 Per
28,8	+15 05	3,62 $v?$	99 η Psc	50,7	+52 34	3,95 $v?$	18 τ Per
29,2	-49 20	3,95	δ Phe	54,0	-09 06	3,87 $v?$	3 η Eri
33,9	+41 09	4,10	50 v And	56,4	-40 30	2,91 $v?$	$\theta^{1,2}$ Eri
34,9	+48 23	3,57	51 And	59,7	+03 54	2,53 $v?$	92 α Cet
35,5	-57 29	0,47	α Eri	03 00,2	-23 49	4,09	11 τ^3 Eri
38,8	+05 14	4,44	106 v Psc	01,2	+53 19	2,93	23 γ Per
40,5	+50 26	4,06 v	φ Per	02,0	+38 39	3,39 v	25 ρ Per

Координаты		V	Название	Координаты		V	Название
α 1950	δ 1950			α 1950	δ 1950		
h m		m		h m		m	
03 04,9	+40°46'	2,12 v	26 β Per	04 12,3	—42°25'	3,86	α Hor
05,4	+49 25	4,05	ι Per	12,8	+08 46	4,30	49 μ Tau
06,1	+44 40	3,77 v?	27 κ Per	13,0	—07 44	4,44	40 σ^2 Eri
08,8	+19 32	4,34 v?	57 δ Ari	13,8	—62 36	3,34	α Ret
09,9	—29 11	3,85 v?	α For	14,7	—51 37	4,24 v?	γ Dor
17,3	—21 56	3,70 v?	16 τ^4 Eri	15,6	—59 25	4,44	ε Ret
17,3	+28 52	4,47	999 *) Ari	16,0	—33 55	3,56	41 ν^4 Eri
17,9	—43 16	4,27	e Eri	16,9	+15 31	3,65 v?	54 γ Tau
20,7	+49 41	1,80 v?	33 α Per	20,0	+17 26	3,76 v?	61 δ Tau
22,1	+08 51	3,60 v?	1 σ Tau	22,2	—34 08	3,96	43 ν^3 Eri
24,5	+09 34	3,75	2 ξ Tau	22,4	+22 11	4,22	65 κ Tau
25,0	+59 46	4,21 v?	35 Cam	22,6	+17 49	4,28	68 Tau
27,0	+47 49	4,35 v?	35 σ Per	23,3	+22 42	4,28	69 ν Tau
28,1	+12 46	4,10	5 f Tau	23,5	+15 30	4,50	71 Tau
30,6	—09 38	3,73	18 ε Eri	25,7	+19 04	3,54	74 ε Tau
31,6	—21 48	4,28	19 τ^5 Eri	25,7	+15 51	3,83	77 θ^1 Tau
32,9	+48 02	4,23	37 ψ Per	25,8	+15 46	3,39	78 θ^2 Tau
34,3	+00 15	4,28	10 Tau	31,5	—29 52	4,51 v?	50 ν^1 Eri
39,4	+47 38	3,01 v?	39 δ Per	32,9	+10 04	4,26 v?	88 d Tau
40,9	—09 56	3,54	23 δ Eri	32,9	—55 09	3,26	α Dor
41,2	+32 08	3,83 v	38 σ Per	33,0	+16 25	0,86 v?	87 α Tau
41,8	+42 25	3,77 v?	41 ν Per	33,2	+41 10	4,27	58 e Per
41,9	+23 57	3,70	17 Tau	33,6	—30 40	3,82	52 ν^2 Eri
42,2	+24 19	4,30	19 q Tau	33,8	—03 27	3,92 v	48 ν Eri
42,8	+24 13	3,87	20 Tau	35,4	+12 25	4,27	90 c^1 Tau
43,4	+23 48	4,18 v?	23 Tau	35,9	—14 24	3,87	53 l Eri
43,6	—64 58	3,84	β Ret	36,2	—62 11	4,41 v	R Dor
43,8	—12 15	4,42 v?	26 π Eri	38,3	—19 46	4,34 v?	54 Eri
44,5	+23 57	2,87	25 η Tau	38,9	—41 58	4,45	α Cae
44,7	—23 24	4,23	27 τ^6 Eri	39,2	+22 52	4,29	94 τ Tau
44,9	+65 22	4,48 v?	Cam	43,0	—03 21	4,02	57 μ Eri
46,2	+29 54	3,62	27 Tau	47,1	+06 52	3,19 v?	1 π^3 Ori
46,7	—37 46	4,27 v?	f Eri	47,9	+08 49	4,35	2 π^2 Ori
47,6	—36 21	4,17	g Eri	48,5	+05 31	3,68 v?	3 π^4 Ori
48,0	—74 24	3,23	γ Hyi	49,2	+66 16	4,29	9 α Cam
51,0	+31 44	2,85 v?	44 ζ Per	50,4	—05 32	4,40	61 ω Eri
51,8	—03 06	4,45	32 w Eri	51,6	+02 22	3,73	8 π^5 Ori
54,5	+39 52	2,89 v?	45 ε Per	53,3	+53 40	4,47	7 Cam
55,7	—13 39	2,94 v?	34 γ Eri	53,6	+13 26	4,06	9 σ^2 Ori
55,7	+35 39	4,04 v?	46 ξ Per	53,7	+33 05	2,69 v?	3 ι Aur
57,9	+12 21	3,41 v	35 λ Tau	56,0	+01 38	4,46 v?	10 π^6 Ori
04 00,2	—62 18	4,51 v?	γ Ret	58,4	+43 45	2,99 v	7 ε Aur
00,5	+05 51	3,91	38 ν Tau	59,0	+41 00	3,73 v	8 ζ Aur
01,7	+21 57	4,37	37 A ¹ Tau	59,0	+60 22	4,03	10 β Cam
02,8	+50 13	4,29	47 λ Per	05 03,0	+41 10	3,18 v?	10 η Aur
05,0	+47 35	4,03 v	MX Per	03,3	—22 26	3,19 v?	2 ε Lep
09,4	—06 58	4,05	38 σ^1 Eri	05,4	—05 09	2,79 v?	67 β Eri
11,2	+48 17	4,14 v?	51 μ Per	06,8	—08 49	4,27 v?	69 λ Eri

*) Курсивные номера перед обозначением созвездия — это номера BS (см. стр. 381).

Координаты		V	Название	Координаты		V	Название
α 1950	δ 1950			α 1950	δ 1950		
h m		m		h m		m	
05 10,0	—11°56'	4,44	3 ι Lep	06 11,9	+22°31'	3,28	44 κ Aur
10,7	+02 48	4,45 $v?$	17 ρ Ori	12,2	+29 31	4 35 $v?$	7 η Gem
10,7	—16 16	3,29 $v?$	5 μ Lep	12,4	—06 15	3,96	5 γ Mon
10,9	—13 00	4,36	4 κ Lep	14,8	—35 07	4,37 $v?$	κ Col
12,1	—08 15	0,13 $v?$	19 β Ori	15,2	+59 02	4,48 $v?$	2 Lyn
13,0	+45 57	0,08 $v?$	13 α Aur	18,4	—30 02	3,02	1 ζ CMa
15,2	—06 54	3,59	20 τ Ori	19,9	+22 32	2,87	13 μ Gem
17,3	—13 14	4,29	6 λ Lep	20,3	—33 25	3,85	δ Col
21,5	—07 51	4,12	29 ϵ Ori	20,5	—17 56	1,97 v	2 β CMa
22,0	—02 26	3,35 v	28 η Ori	21,1	+04 37	4,31	8 ϵ Mon
22,4	+06 18	1,64 $v?$	24 γ Ori	22,8	—52 40	—0,73	α Car
23,1	+28 34	1,65	112 β Tau	26,0	+20 15	4,14	18 ν Gem
26,1	—20 48	2,84 $v?$	9 β Lep	26,3	—32 33	4,48	λ CMa
28,1	+05 55	4,20	32 A Ori	26,4	—07 00	3,76	11 β Mon
29,3	+18 33	4,35 v	119 CE Tau	29,8	—23 23	4,33 v	4 ξ^1 CMa
29,4	—35 30	3,87	ϵ Col	30,2	+07 22	4,50	13 Mon
29,4	—00 20	2,24 v	34 δ Ori	33,9	—52 56	4,38	NCar
30,5	—17 51	2,57	11 α Lep	34,5	—19 13	3,92 $v?$	7 ν^2 CMa
32,1	+09 27	4,41	37 φ^1 Ori	34,8	+16 27	1,92	24 γ Gem
32,4	+09 54	3,39 $v?$	39 λ Ori	35,7	—18 12	4,42	8 ν^3 CMa
33,0	—06 56	2,77 $v?$	44 ι Ori	36,2	—43 09	3,17	ν Pup
33,2	—62 31	3,40 v	β Dor	40,9	+25 11	2,98	27 ϵ Gem
33,7	—01 14	1,69	46 ϵ Ori	41,2	+13 17	4,49	30 Gem
34,2	+09 16	4,09	40 φ^2 Ori	42,5	+12 57	3,36 $v?$	31 ξ Gem
34,7	+21 07	3,03 $v?$	123 ζ Tau	42,9	—16 39	—1,46	9 α CMa
36,2	—02 38	3,80	48 σ Ori	45,3	+02 28	4,46	18 Mon
37,8	—34 06	2,64 $v?$	α Col	47,7	—61 53	3,26	α Pic
38,2	—01 58	1,77	50 ζ Ori	48,0	—32 27	3,95 $v?$	13 κ CMa
42,4	—22 28	3,60	13 γ Lep	48,7	—50 33	2,92	τ Pup
44,7	—65 45	4,34	δ Dor	48,8	—53 34	4,40	A Car
44,7	—14 50	3,55	14 ζ Lep	49,5	+34 01	3,60	34 θ Gem
45,4	—09 41	2,05 $v?$	53 κ Ori	51,9	—11 58	4,08	14 θ CMa
45,7	+39 10	4,50	29 τ Aur	52,1	—24 07	3,92 $v?$	16 σ^1 CMa
46,1	—51 05	3,84	β Pic	53,0	+58 29	4,35	15 Lyn
48,0	+39 08	3,97	32 ν Aur	53,9	—16 59	4,37 $v?$	20 ι CMa
48,9	—56 11	4,50	γ Pic	56,7	—28 54	1,50	21 ϵ CMa
49,2	—20 53	3,85	15 δ Lep	59,7	—27 52	3,43 $v?$	22 σ CMa
49,2	—35 47	3,12	β Col	07 01,1	+20 39	3,7 v	43 ζ Gem
51,4	+20 16	4,41	54 χ^1 Ori	01,1	—23 46	3,01	24 σ^2 CMa
52,5	+07 24	0,42 v	58 α Ori	01,5	—15 33	4,12	23 γ CMa
54,1	—14 11	3,72	16 η Lep	06,4	—26 19	1,84 $v?$	25 δ CMa
55,4	+54 17	3,72	33 δ Aur	08,0	+30 20	4,40 $v?$	46 τ Gem
55,8	—35 17	4,36	γ Col	09,2	—70 25	3,61 $v?$	γ^2 Vol
55,9	+44 57	1,90 v	34 β Aur	09,3	—00 24	4,15	22 δ Mon
56,2	+45 56	4,25 $v?$	35 π Aur	11,1	—46 40	4,49	I Pup
56,3	+37 13	2,65 $v?$	37 θ Aur	12,0	—44 33	3,1 v	L ² Pup
57,5	—02 05	4,52	2113 Ori	12,2	—26 16	4,3 v	27 EW CMa
57,6	—42 49	3,96	η Col	12,8	—26 41	3,82 v	28 ω CMa
59,6	+09 39	4,13 $v?$	61 μ Ori	15,2	+16 38	3,58	54 λ Gem
06 01,1	+23 16	4,15	1 Gem	15,4	—37 00	2,70 $v?$	π Pup
04,7	+14 47	4,42	67 ν Ori	16,6	—24 28	4,5 $v?$	29 UW CMa
09,1	+14 13	4,48	70 ξ Ori	16,6	—24 52	4,40 $v?$	30 τ CMa

Координаты		V	Название	Координаты		V	Название
α 1950	δ 1950			α 1950	δ 1950		
h m		m		h m		m	
07 16,9	—67°52'	3,97	δ Vol	08 38,9	—52°45'	3,60 v?	o Vel
17,1	+22 05	3,53	55 δ Gem	39,0	—46 28	3,83 v?	b Vel
22,1	—29 12	2,44	31 η CMa	39,5	—59 35	4,32 v?	d Car
22,6	+27 54	3,79	60 ι Gem	40,6	+03 35	4,30 v?	7 η Hya
24,4	+08 24	2,89 v?	3 β CMi	41,6	—13 22	4,32	D Hya
25,4	+09 14	4,30	4 γ CMi	41,6	—33 00	3,69 v?	α Pyx
25,9	+31 53	4,18	62 ρ Gem	41,8	+18 20	3,94	47 δ Cnc
27,6	—43 12	3,25	σ Pup	42,6	—42 28	4,07	d Vel
31,4	+32 00	1,58	66 α ^{1,2} Gem	43,3	—54 31	1,96	δ Vel
31,9	—22 11	4,45	2906 Pup	43,7	+28 57	4,02 v?	48 ι ¹ Cnc
32,8	+27 01	4,06	69 υ Gem	44,0	—13 22	4,32	12 D Hya
36,7	+05 21	0,37 v?	10 α CMi	44,1	—06 36	3,38	11 ε Hya
36,8	—26 41	3,80	κ Pup	44,3	—45 51	3,91	a Vel
38,9	—09 26	3,93	26 α Mon	45,8	+06 11	4,37	13 ρ Hya
40,2	+29 00	4,29 v?	75 σ Gem	48,4	—27 31	4,01	γ Pyx
41,4	+24 31	3,57 v?	77 κ Gem	52,8	+06 08	3,10	16 ζ Hya
41,8	—28 50	3,95	3 Pup	53,9	—60 27	3,84	c Car
42,3	+28 09	1,14 v?	78 β Gem	55,8	+12 03	4,26 v?	65 α Cnc
42,4	—72 29	3,94	ζ Vol	55,8	+48 14	3,14 v?	9 ι UMa
43,5	—37 51	3,61	c Pup	57,4	+41 59	3,97	10 UMa*)
46,0	—25 49	4,52	o Pup	58,2	—51 04	4,45	w Vel
47,2	—24 44	3,35	7 ξ Pup	09 00,2	+47 21	3,60	12 κ UMa
47,7	—46 15	4,11	P Pup	01,7	—66 12	4,00	α Vol
50,5	—40 27	3,73	α Pup	02,4	—46 54	3,75	c Vel
50,9	—38 44	4,49	b Pup	05,0	—72 24	4,47	G Car
51,8	—47 58	4,24	J Pup	05,4	+51 48	4,48	15 f UMa
54,7	—22 45	4,20	11 e Pup	06,2	—43 14	2,21 v?	λ Vel
55,5	—52 51	3,46	χ Car	09,6	—58 46	3,43 v?	a Car
08 00,0	+02 28	4,38 v?	G CMi	10,1	—62 07	3,96	i Car
01,8	—39 52	2,25	ζ Pup	11,8	+02 32	3,88 v?	22 θ Hya
05,4	—24 10	2,81 v?	15 ρ Pup	12,7	—69 31	1,68	β Car
06,1	—02 50	4,32	29 ζ Mon	14,8	—57 20	4,34 v?	g Car
06,8	—19 06	4,40	16 Pup	15,7	+37 01	3,82	38 Lyn
07,8	—68 28	4,34	ε Vol	15,8	—59 04	2,24 v?	ι Car
08,0	—47 12	4,27	γ ¹ Vel	18,0	+34 36	3,13 v?	40 α Lyn
08,0	—47 12	1,83 v?	γ ² Vel	20,6	—54 48	2,50	κ Vel
09,6	—39 28	4,45 v?	h ¹ Pup	21,7	+26 24	4,46 v?	1 κ Leo
12,3	—40 12	4,44	h ² Pup	25,1	—08 26	1,97 v?	30 α Hya
13,8	+09 20	3,53 v?	17 β Cnc	27,2	—35 44	4,51	ε Ant
16,7	—36 30	4,45	q Pup	27,6	+63 17	3,67 v?	23 h UMa
19,4	+43 21	4,25 v?	31 Lyn	28,7	—40 15	3,60 v?	ψ Vel
19,8	—76 46	4,06	α Cha	28,9	+23 11	4,31 v?	4 λ Leo
21,5	—59 21	1,85 v?	ε Car	29,5	+51 54	3,18	25 θ UMa
22,2	—77 19	4,34	θ Cha	29,7	—56 49	3,12	N Vel
23,2	—03 45	3,90	30 Mon	30,1	+81 33	4,30	3751 Cam
25,2	—65 58	3,76 v?	β Vol	31,6	+52 16	4,51	26 UMa
26,1	+60 53	3,36 v?	1 o UMa	33,0	—59 00	4,08	h Car
35,0	+05 53	4,14	4 δ Hya	35,0	—49 08	4,35	M Vel
35,9	—42 49	4,14	e Vel	37,3	—00 55	3,91 v?	35 ι Hya
36,1	+03 31	4,43	5 σ Hya	38,5	+10 07	3,52	14 o Leo
38,1	—35 08	3,98	β Pyx	43,0	+24 00	2,98	17 ε Leo

*) Перешла в созвездие Рыси в связи с уточнением границ созвездий, но сохранила традиционное обозначение.

Координаты		V	Название	Координаты		V	Название
α_{1950}	δ_{1950}			α_{1950}	δ_{1950}		
h m		m		h m		m	
09 43,9	—62°17'	3,40 v	l Car	11 16,8	—14°30'	3,56	12 δ Crt
45,9	—64 50	2,96	v Car	18,6	+06 18	4,05	77 σ Leo
47,5	+59 16	3,81	29 v UMa	18,7	—54 13	3,88	π Cen
49,1	—14 37	4,11	39 v ¹ Hya	21,3	+10 48	3,94 v?	78 ι Leo
49,9	+26 15	3,88	24 μ Leo	22,4	—17 25	4,08	15 γ Crt
55,1	—54 20	3,53	φ Vel	28,5	+69 36	3,85 v?	1 λ Dra
10 04,5	+35 29	4,49 v?	21 LMi	30,5	—31 35	3,54	ξ Hya
04,6	+17 00	3,53 v	30 η Leo	33,5	—62 45	3,13	λ Cen
05,3	+10 15	4,37	31 A Leo	34,4	—00 33	4,30	91 v Leo
05,4	—00 08	4,50	15 α Sex	43,2	—66 27	3,64(v?)	λ Mus
05,7	+12 13	1,35 v?	32 α Leo	43,3	+06 49	4,04 v?	3 v Vir
08,2	—12 06	3,61	41 λ Hya	43,4	+48 03	3,72 v?	63 χ UMa
12,6	—69 47	3,31	ω Car	44,1	—60 54	4,10	4522 Vel
12,6	—41 52	3,85	q Vel	46,5	+14 51	2,14 v?	94 β Leo
13,9	+23 40	3,44	36 ζ Leo	47,2	—63 31	4,31	j Cen
14,1	+43 10	3,45	33 λ UMa	48,1	+02 03	3,60	5 β Vir
15,4	—61 05	3,42 v?	q Car	48,6	—44 54	4,46	B Cen
17,2	+20 06	1,98 v	41 $\gamma^{1,2}$ Leo	50,4	—33 38	4,28	β Hya
19,0	—55 47	4,50	l Vel	51,2	+53 58	2,44 v?	64 γ UMa
19,4	+41 45	3,05 v?	34 μ UMa	12 00,5	—63 02	4,32	θ^1 Cru
23,4	—73 47	3,98?	l Car	02,7	+09 01	4,12	9 o Vir
23,7	—16 35	3,79	42 μ Hya	04,3	—64 20	4,14	η Cru
24,9	—30 49	4,25 v?	α Ant	05,5	—50 23	4,47	4618 Cen
25,0	+36 58	4,21	31 β LMi	05,8	—50 27	2,65 v?	δ Cen
26,0	—58 29	3,82 v?	s Car	05,8	—24 27	4,02	1 α Crv
30,2	+09 34	3,85 v?	47 ρ Leo	07 5	—22 20	2,98 v?	2 ε Crv
30,2	—61 26	3,28 v	p Car	09,0	—52 05	3,96	ρ Cen
33,7	—57 17	4,45	r Car	12,5	—58 28	2,82 v?	δ Cru
34,9	—78 21	4,10 v?	γ Cha	13,0	+57 19	3,31 v?	69 δ UMa
35,2	—47 58	3,84	p Vel	13,2	—17 16	2,58 v?	4 γ Crv
37,3	—55 21	4,27	x Vel	14,8	—67 41	4,16 v?	ε Mus
41,2	—64 08	2,76	θ Car	15,4	—79 02	4,25 v?	β Cha
43,1	—59 25	—0,8 v	η Car	15,7	—63 44	4,04	ζ Cru
44,6	—49 09	2,69	μ Vel	17,3	—00 23	3,90 v?	15 η Vir
45,3	—80 17	4,45	δ^2 Cha	18,6	—60 08	3,58 v?	ε Cru
47,2	—15 56	3,11	v Hya	23,8	—62 49	0,79	$\alpha^{1,2}$ Cru
50,5	+34 29	3,80	46 LMi	24,4	+28 33	4,37	15 γ Com
51,5	—58 35	3,78 v?	u Car	25,3	—49 57	3,91	σ Cen
52,9	+25 01	4,32	54 Leo	27,3	—16 14	2,94 v?	7 δ Crv
57,3	—18 02	4,07	7 α Crt	28,4	—56 50	1,62 v?	γ Cru
57,9	—41 57	4,39	i Vel	29,5	—71 51	3,86	γ Mus
58,8	+56 39	2,37 v?	48 β UMa	29,5	—15 55	4,32 v?	8 η Crv
59,7	+20 27	4,42	60 b Leo	31,4	+70 04	3,89 v?	5 κ Dra
11 00,7	+62 01	1,79 v?	50 α UMa	31,4	+41 38	4,27	8 β CVn
06,4	—58 42	3,9 v?	x Car	31,8	—23 07	2,64 v?	9 β Crv
06,9	+44 46	3,01	52 ψ UMa	34,2	—68 52	2,71 v?	α Mus
09,2	—22 33	4,48	11 β Crt	35,0	—48 16	3,86	τ Cen
11,5	+20 48	2,56 v?	68 δ Leo	38,7	—48 41	2,17	γ Cen
11,6	+15 42	3,35	70 θ Leo	39,1	—01 1' 1	2,74 v?	29 γ Vir
14,1	—03 23	4,47	74 φ Leo	43,2	—67 50	3,04	β Mus
15,5	+31 49	3,79	53 ξ UMa	44,8	—59 25	1,23 v	β Cru
15,8	+33 22	3,48	54 v UMa	50,3	—48 40	4,33	e Cen

Координаты		V _i	Название	Координаты		V	Название
α ₁₉₅₀	δ ₁₉₅₀			α ₁₉₅₀	δ ₁₉₅₀		
h m		m		h m		m	
12 50,7	—39°54'	4,27	n Cen	14 27,6	+75°55'	4,25	5 UMi
51,6	—56 54	4,03	μ Cru	29,2	—50 14	4,41	σ Lup
51,8	+56 14	1,77 v	77 ε UMa	29,7	+30 35	3,59 v?	25 ρ Boo
53,1	+03 40	3,38 v?	43 δ Vir	30,1	+38 32	3,02 v	27 γ Boo
53,7	+38 35	2,84 v	12 α ² CVn	32,3	—41 56	2,31 v?	η Cen
58,8	—71 17	3,61	δ Mus	32,5	+29 58	4,47 v?	28 σ Boo
59,7	+11 44	2,84 v?	47 ε Vir	34,5	—49 13	4,05 v?	ρ Lup
13 04,0	—49 38	4,27	ξ ² Cen	36,2	—60 38	0,06	α Cen
07,4	—05 16	4,38	51 θ Vir	38,4	—64 46	3,19	α Cir
09,5	+28 08	4,26	43 β Com	38,6	—47 10	2,30 v	α Lup
16,2	—22 54	3,00 v?	46 γ Hya	38,8	+13 56	3,78 v?	30 ζ Boo
17,8	—36 27	2,73	ι Cen	38,8	—37 55	4,00	b Cen
20,6	—64 17	4,52	m Cen	40,4	—05 27	3,88	107 μ Vir
21,9	+55 11	2,06 v?	79 ζ ^A UMa	40,6	—34 58	4,05	c ¹ Cen
21,9	+55 11	3,95 v?	ζ ^B UMa	41,6	—78 50	3,82	α Aps
22,6	—10 54	0,97 v	67 α Vir	42,8	+27 17	2,37	36 ε Boo
23,2	+55 15	4,02 v?	80 g UMa	43,7	+02 06	3,73 v?	109 Vir
27,0	—23 01	3,5 v	R Hya	47,3	—27 45	4,41	58 E Hya
28,1	—39 09	3,88 v?	d Cen	48,1	—15 50	2,75 v?	9 α ² Lib
32,1	—00 20	3,38	79 ζ Vir	48,4	—43 22	4,33	ο Lup
36,7	—53 13	2,30	ε Cen	50,8	+74 22	2,08 v?	7 β UMi
42,8	—32 48	4,23	1 Cen	54,6	—04 09	4,49	16 Lib
44,9	+17 42	4,50 ?	4 τ Boo	55,2	—42 56	2,68	β Lup
45,6	+49 34	1,86 v?	85 η UMa	55,9	—41 54	3,13 v?	κ Cen
46,5	—41 26	3,41 v?	v Cen	00,1	+40 35	3,50 v?	42 β Boo
46,5	—34 12	4,19 v?	2 g Cen	00,4	+02 17	4,40	110 Vir
46,6	—42 14	2,94 v	μ Cen	15 01,1	—25 05	3,27 v?	20 σ Lib
47,1	+16 03	4,07 v?	5 υ Boo	01,7	—46 51	3,89	π' Lup
48,9	—32 45	4,32	3 k Cen	05,5	—45 05	4,05	λ Lup
52,3	+18 39	2,68	8 η Boo	08,4	—48 33	3,87	κ ¹ Lup
54,4	—47 03	2,55	ζ Cen	08,7	—51 55	3,40	ζ Lup
55,2	—41 51	3,83 v?	φ Cen	13,5	+33 30	3,49 v?	49 δ Boo
55,6	—44 34	3,87	υ ¹ Cen	13,6	—58 37	4,06	β Cir
58,6	—45 22	4,34	υ ² Cen	14,2	—68 30	2,88 v?	γ TrA
59,1	+01 47	4,26	93 τ Vir	14,3	—09 12	2,61	27 β Lib
14 00,3	—60 08	0,59	β Cen	14,8	—29 59	4,33 v?	2 Lup
03,0	—40 56	4,36	χ Cen	15,0	47 42	4,27	μ Lup
03,0	+64 37	3,65 v?	11 α Dra	18,1	—40 28	3,22 v?	δ Lup
03,5	—26 27	3,28	49 π Hya	18,6	—36 05	3,56	φ ¹ Lup
03,7	—36 08	2,06	5 θ Cen	19,3	—44 31	3,37	ε Lup
10,2	—10 03	4,21	98 κ Vir	19,4	—59 09	4,50	γ Cir
13,4	+19 27	—0,05 v?	16 α Boo	20,8	+72 01	3,05 v?	13 γ UMi
13,4	—06 46	4,09 v?	99 ι Vir	22,6	+37 33	4,32 v?	51 μ ¹ Boo
14,5	+46 19	4,18 v?	19 λ Boo	23,8	+59 08	3,28 v	12 ι Dra
16,2	—45 50	3,55 v?	ι Lup	25,8	+29 17	3,68 v	3 β CrB
16,4	—13 09	4,52 v?	100 λ Vir	30,9	+31 32	4,13	4 θ CrB
16,8	—56 09	4,32	v Cen	31,8	—41 00	2,78	γ Lup
17,5	—37 39	4,05	ψ Cen	32,1	—66 09	4,10	ε TrA
18,7	—83 26	4,31	δ Oct	32,4	+10 42	3,80 v	13 δ Ser
19,9	39 17	4,42	a Cen	32,6	+26 53	2,24 v	5 α CrB
23,0	—45 09	4,35	τ ² Lup	32,7	—14 37	3,91	38 γ Lib
23,5	+52 05	4,06 v?	23 θ Boo	34,0	—27 58	3,57	39 υ Lib

Координаты		V	Название	Координаты		V	Название
α_{1950}	δ_{1950}			α_{1950}	δ_{1950}		
h m		m		h m		m	
15 34,7	—42°24'	4,33	ω^1 Lup	16 45,5	—58°57'	3,75	η Ara
35,6	—29 37	3,65	40 τ Lib	46,9	—34 12	2,29 v?	26 ϵ Sco
40,6	+26 27	3,85 v?	8 γ CrB	48,5	—37 58	3,03 v	μ^1 Sco
41,8	+06 35	2,64	24 α Ser	49,0	—37 56	3,56	μ^2 Sco
43,9	+15 35	3,67	28 β Ser	51,0	+82 07	4,23 v	22 ϵ UMi
44,0	+07 30	4,43 v?	27 λ Ser	51,1	—42 17	3,59 v?	ζ^2 Sco
45,8	+77 57	4,32 v?	16 ζ UMi	51,6	+10 15	4,38 v?	25 ι Oph
46,5	+18 18	4,09 v?	35 κ Ser	54,5	—55 55	3,12	ζ Ara
47,0	—03 17	3,53	32 μ Ser	55,3	+09 27	3,20	27 κ Oph
47,8	—33 29	3,95	5 χ Lup	55,6	—53 05	4,05	ϵ^1 Ara
48,3	+04 38	3,70	37 ϵ Ser	58,4	+31 00	3,92	58 ϵ Her
50,7	—63 17	2,85	β TrA	17 07,5	—15 40	2,42	35 η Oph
51,0	—16 35	4,16	46 θ Lib	08,6	—43 11	3,34	η Sco
53,8	—29 04	3,86	5 ρ Sco	08,6	+65 47	3,17	22 ζ Dra
54,1	+15 49	3,86	41 γ Ser	12,3	—26 32	4,32	36 Oph
55,5	+27 01	4,15	13 ϵ CrB	12,4	+14 27	3,06 v	64 α^1 Her
55,8	—25 58	2,91 v?	6 π Sco	13,0	+24 54	3,13 v	65 δ Her
56,8	—38 15	3,41	η Lup	13,3	+36 52	3,16 v?	67 π Her
57,4	—22 29	2,32	7 δ Sco	18,0	—21 04	4,38	40 ξ Oph
16 00,1	+58 42	4,03	13 θ Dra	18,0	—12 48	4,31	53 ν Ser
01,6	—11 14	4,17	$\xi^{1,2}$ Sco	18,9	—24 57	3,26 v	42 θ Oph
02,5	—19 40	2,59 v?	8 β^1 Sco	21,1	—55 29	2,84	β Ara
03,3	—36 40	4,23	θ Lup	21,2	—56 20	3,33	γ Ara
03,9	—20 32	3,97	9 ω^1 Sco	22,0	+37 11	4,17	75 ρ Her
04,5	—20 44	4,33 v?	10 ω^2 Sco	23,3	—24 08	4,16 v?	44 b Oph
07,2	+45 04	4,27 v?	11 φ Her	24,0	+04 11	4,33 v?	49 σ Oph
09,1	—19 20	4,01	14 ν Sco	24,2	—29 49	4,27	45 d Oph
10,9	—63 34	3,84	δ TrA	26,6	—60 39	3,61	δ Ara
11,7	—03 34	2,75	1 δ Oph	27,4	—37 15	2,68	34 ν Sco
15,7	—04 34	3,23	2 ϵ Oph	28,0	—49 50	2,95	α Ara
16,1	—50 02	4,02	γ^2 Nor	28,7	+26 09	4,41 v?	76 λ Her
18,1	—25 28	2,88	20 σ Sco	29,3	+52 20	2,78	23 β Dra
18,2	+46 26	3,90	22 τ Her	30,2	—37 04	1,63	35 λ Sco
19,7	+19 16	3,76 v?	20 γ Her	32,6	+12 36	2,07 v?	55 α Oph
21,2	—19 55	4,50	4 ψ Oph	33,1	—38 36	4,29 v?	Q Sco
23,3	+61 38	2,74 v?	14 η Dra	33,7	—42 58	1,87	θ Sco
24,1	—18 21	4,43 v	7 χ Oph	34,7	—15 22	3,52	55 ξ Ser
25,7	—78 47	3,88	γ Aps	38,1	+46 02	3,80 v?	85 ι Her
26,3	—26 19	0,91 v	21 α Sco	38,6	—12 51	4,24	56 o Ser
28,1	+21 36	2,74 v?	27 β Her	39,0	—39 00	2,41	κ Sco
28,1	—34 36	4,23	N Sco	40,8	—64 42	3,61	η Pav
28,3	—16 30	4,27	8 φ Oph	41,0	+04 35	2,77	60 β Oph
28,4	+02 06	3,83	10 λ Oph	44,1	—40 07	2,98	ι^1 Sco
29,2	—21 22	4,45 v?	9 ω Oph	44,5	+27 45	3,42	86 μ Her
32,5	+42 32	4,20 v?	35 σ Her	45,4	+02 43	3,75	62 γ Oph
32,8	—28 08	2,81	23 τ Sco	46,5	—37 02	3,20	G Sco
33,1	—35 09	4,16 v?	H Sco	48,3	+86 37	4,36	23 δ UMi
34,4	—10 28	2,56 v?	13 ζ Oph	52,7	+56 53	3,75	32 ξ Dra
35,9	—77 25	4,23	β Aps	54,5	+37 15	3,87 v?	91 θ Her
39,4	+31 42	2,81 v?	40 ζ Her	55,4	+51 30	2,22 v	33 γ Dra
41,2	+39 01	3,50	44 η Her	55,8	+29 15	3,70 v?	92 ξ Her
43,4	—68 56	1,91	α TrA	56,3	—09 46	3,34	64 ν Oph

Координаты		V	Название	Координаты		V	Название
α_{1950}	δ_{1950}			α_{1950}	δ_{1950}		
h m		m		h m		m	
17 56,6	+30°12'	4,41 v?	94 v Her	19 06,1	—37°59'	4,11	α CrA
58,1	+02 56	3,97	67 Oph	06,6	—39 25	4,11	β CrA
59,2	+01 18	4,42 v?	68 Oph	06,8	—21 06	2,88	41 π Sgr
59,4	+21 36	4,30 v?	95 Her	12,1	+39 04	4,38 v?	20 η Lyr
18 02,6	—30 36	2,99 v?	10 γ Sgr	12,5	+67 34	3,07	57 δ Dra
02,7	—50 06	3,66	θ Ara	14,6	+38 03	4,37 v	21 θ Lyr
02,9	+02 31	4,03	70 p Oph	15,9	+53 17	3,76 v	1 κ Cyg
03,8	—63 40	4,34 v?	π Pav	16,5	+73 16	4,45 v?	60 τ Dra
05,0	+09 33	3,73	72 Oph	18,8	—17 57	3,93	44 ρ^1 Sgr
05,6	+28 45	3,83 v	103 o Her	19,0	—44 33	3,92	β^1 Sgr
06,6	+20 48	4,35	102 Her	19,6	—44 54	4,28	β^2 Sgr
10,8	—21 04	3,85 v	13 μ Sgr	20,4	—40 43	3,96	α Sgr
14,2	—36 47	3,11 v	η Sgr	23,0	+03 01	3,36 v?	30 δ Aql
17,8	—29 51	2,70	19 σ Sgr	26,6	+24 34	4,45	6 α Vul
18,1	+36 02	4,34 v?	1 κ Lyr	28,4	+51 37	3,79	10 ι Cyg
18,6	—61 31	4,36	ξ Pav	28,7	+27 51	3,08	6 $\beta^{1,2}$ Cyg
18,7	—02 55	3,25	58 η Ser	31,6	+07 16	4,45 v?	38 μ Aql
20,9	—34 25	1,85	20 ϵ Sgr	34,1	—01 24	4,36 v?	41 ι Aql
21,5	+71 19	4,22 v?	43 φ Dra	35,1	+50 06	4,47	13 θ Cyg
21,6	+21 45	3,84 v?	109 Her	37,9	+17 54	4,37	5 α Sge
22,0	+72 43	3,58	44 χ Dra	38,8	+17 22	4,37	6 β Sge
23,3	—46 00	3,51	α Tel	43,4	+45 00	2,87 v?	18 δ Cyg
24,9	—25 27	2,81	22 λ Sgr	43,9	+10 29	2,72	50 γ Aql
25,0	—49 06	4,12	ζ Tel	45,2	+18 25	3,83 v?	7 δ Sge
32,5	—08 17	3,83 v?	α Sct ¹⁾	48,3	+08 44	0,76	53 α Aql
35,2	+38 44	0,03 v?	3 α Lyr	48,4	+70 08	3,85 v?	63 ϵ Dra
37,2	—71 28	4,00	ζ Pav	48,6	+32 47	4,2 v	χ Cyg
42,5	—27 03	3,16	27 φ Sgr	49,9	+00 52	3,50 v	55 η Aql
42,7	+39 34	4,50 v?	5 ϵ^2 Lyr	51,8	—42 00	4,12	ι Sgr
43,0	+37 33	4,36 v?	6 ζ^1 Lyr	52,9	+06 17	3,72 v?	60 β Aql
43,5	+20 30	4,19 v?	110 Her	53,9	—27 18	4,50	59 b^1 Sgr
44,5	—04 48	4,22	β Sct ²⁾	54,4	+34 57	3,93	21 η Cyg
44,8	+18 07	4,36	111 Her	54,8	—73 03	3,93 v?	ϵ Pav
47,6	—62 15	4,21 v?	λ Pav	56,5	—35 25	4,35	θ^1 Sqr
48,2	+33 18	3,42 v	10 $\beta^{1,2}$ Lyr	56,5	+19 21	3,47 v?	12 γ Sge
52,2	—26 22	2,03	34 σ Sgr	20 02,6	+67 44	4,51	67 ρ Dra
52,8	+36 50	4,30 v	12 δ^2 Lyr	03,8	—66 19	3,56 v?	δ Pav
53,7	+04 08	4,07 v?	63 $\theta^{1,2}$ Ser	08,7	—00 58	3,24	65 θ Aql
53,8	+43 53	4,00 v	13 R Lyr	10,6	+77 34	4,39	1 κ Cep
54,7	—21 10	3,51	37 ξ^2 Sgr	12,1	+46 35	3,80 v	31 σ^1 Cyg
57,1	+32 37	3,24 v?	14 γ Lyr	12,2	+56 25	4,30 v	33 Cyg
57,4	+15 00	4,02	13 ϵ Aql	13,7	+27 39	4,52	23 Vul
59,0	—05 49	4,02	12 ι Aql	13,9	+47 34	3,98 v	32 σ^2 Cyg
59,4	—29 57	2,59	38 ζ Sgr	14,9	—12 40	4,26	5 α^1 Cap
19 01,7	—21 49	3,77	39 o Sgr	15,3	—12 42	3,58	6 α^2 Cap
03,0	—37 08	4,20	γ CrA	18,2	—14 56	3,08	9 β Cap
03,1	+13 47	2,99 v?	17 ζ Aql	20,4	+40 06	2,23 v?	37 γ Cyg
03,6	—04 58	3,43	16 λ Aql	21,7	—56 54	1,94 v?	α Pav
03,8	—27 45	3,31	40 τ Sgr	21,9	+32 02	4,44	39 Cyg

¹⁾ Или 1 Aql
²⁾ Или 6 Aql.

Координаты		V	Название	Координаты		V	Название
α_{1950}	δ_{1950}			α_{1950}	δ_{1950}		
h m		m		h m		m	
20 27,4	+30°12'	4,02	41 Cyg	22 02,3	+64°23'	4,29	17 ξ^2 Cep
28,7	+62 50	4,22	2 θ Cep	03,1	—39 47	4,46	λ Gru
30,8	+11 08	4,04 v?	2 ε Del	03,2	—00 34	2,93	34 α Aqr
34,1	—47 28	3,11	α Ind	03,7	—14 07	4,25	33 ι Aqr
35,2	+14 25	3,63	6 β Del	04,7	+25 06	3,76	24 ι Peg
35,8	—01 17	4,33 v?	71 Aql	05,1	—47 12	1,74 v?	α Gru
37,3	+15 44	3,77 v?	9 α Del	05,5	—33 14	4,50	14 μ PsA
39,7	+45 06	1,25 v?	50 α Cyg	07,7	+05 57	3,52 v?	26 θ Peg
40,5	—66 23	3,41	β Pav	07,8	+32 56	4,29	29 π Peg
41,1	+14 54	4,44 v	11 δ Del	09,1	+57 57	3,35 v?	21 ζ Cep
43,1	—25 27	4,13	16 ψ Cap	11,7	+39 28	4,49 v?	8485 Lac
43,6	+30 32	4,23	52 Cyg	13,2	+56 48	4,19 v?	23 ε Cep
44,1	+57 24	4,52	7955 Cep	13,8	+37 30	4,13	1 Lac
44,2	+33 47	2,46	53 ε Cyg	14,2	—08 02	4,15	43 θ Aqr
44,3	+61 39	3,43	3 η Cep	15,1	—60 31	2,85	α Tuc
44,3	+15 57	3,91	12 $\gamma^{1,2}$ Del	19,1	—01 38	3,84 v?	48 γ Aqr
45,0	—09 41	3,77	2 ε Aqr	21,6	+51 59	4,44	3 β Lac
45,1	—05 13	4,44 v?	3 k Aqr	26,3	—00 17	3,66	55 ζ^{12} , Aql
48,8	—27 06	4,12 v?	18 ω Cap	26,3	—43 45	3,97 v?	δ^1 Gru
50,9	—58 39	3,64	β Ind	26,8	—44 00	4,11 v?	δ^2 Gru
55,3	+40 58	3,94	58 ν Cyg	27,3	+58 10	4,34 v?	27 δ Cep
21 03,1	+43 44	3,70 v?	62 ξ Cyg	27,4	+47 27	4,37 v?	5 Las
03,1	—17 26	4,07	23 θ Cap	28,3	+42 52	4,51	6 Lac
04,2	—25 12	4,49	24 A Cap	28,7	—32 36	4,29	17 β PsA
06,9	—11 35	4,52	13 ν Aqr	29,2	+50 02	3,77	7 α Lac
10,8	+30 01	3,20	64 ζ Cyg	32,8	—00 23	4,00	62 η Aqr
12,0	+09 48	4,49	7 δ Equ	37,9	—27 18	4,16	18 ε PsA
12,8	+37 50	3,73 v?	65 τ Cyg	38,3	+44 01	4,46	11 Lac
13,3	+05 02	3,90	8 α Equ	39,0	+10 34	3,40	42 ζ Peg
15,4	+39 11	4,23 v?	67 σ Cyg	39,7	—47 09	2,11 v?	β Gru
15,9	+34 41	4,42 v?	66 ν Cyg	40,7	+29 58	2,95 v?	44 η Peg
17,4	+62 22	2,45	5 α Cep	41,1	—81 39	4,14	β Oct
19,5	—17 03	4,27	32 ι Cap	44,1	+23 18	3,94	47 λ Peg
19,8	+19 35	4,09	1 Peg	44,2	+11 55	4,19	46 ξ Peg
22,3	—65 36	4,22 v?	γ Pav	45,5	—51 35	3,49 v?	ε Gru
23,8	—22 38	3,74	34 ζ Cap	46,9	—13 51	3,98 v?	71 τ^2 Aqr
25,9	—22 02	4,51	36 b Cap	47,3	+24 20	3,48	48 μ Peg
28,0	+70 20	3,23 v	8 β Cep	47,9	+65 56	3,53	32 ι Cep
28,9	—05 48	2,87	22 β Aqr	49,8	—33 08	4,46 v?	22 γ PsA
32,1	+45 22	4,02	73 ρ Cyg	50,0	—07 51	3,79 v?	73 λ Aqr
36,0	—77 37	3,75	ν Oct	52,0	—16 05	3,28	76 δ Aqr
37,3	—16 53	3,67	40 γ Cap	53,2	—32 48	4,21	23 δ PsA
41,7	+09 39	2,39 v?	8 ε Peg	54,9	—29 53	1,16 v?	24 α PsA
41,9	+28 31	4,51	78 $\mu^{1,2}$ Cyg	57,9	—53 01	4,11	ζ Gru
42,0	—33 15	4,34	9 ι PsA	59,6	+42 03	3,62	1 o And
42,0	+58 33	4,17 v	μ Cep	23 01,3	+27 49	2,42 v?	53 β Peg
42,1	+17 07	4,33 v?	9 Peg	02,3	+03 33	4,52	4 β Psc
42,4	+25 25	4,12	10 κ Peg	02,3	+14 56	2,48 v?	54 α Peg
44,0	+60 53	4,29 v?	10 ν Cep	04,0	—24 01	4,48	86 c ¹ Aqr
44,3	—16 21	2,83 v	49 δ Cap	04,1	—43 47	4,29	θ Gru
44,9	+49 05	4,24	81 π^2 Cyg	04,5	+09 08	4,51 v?	55 Peg
50,9	—37 36	3,01	γ Gru	06,3	+75 07	4,42	33 π Cep

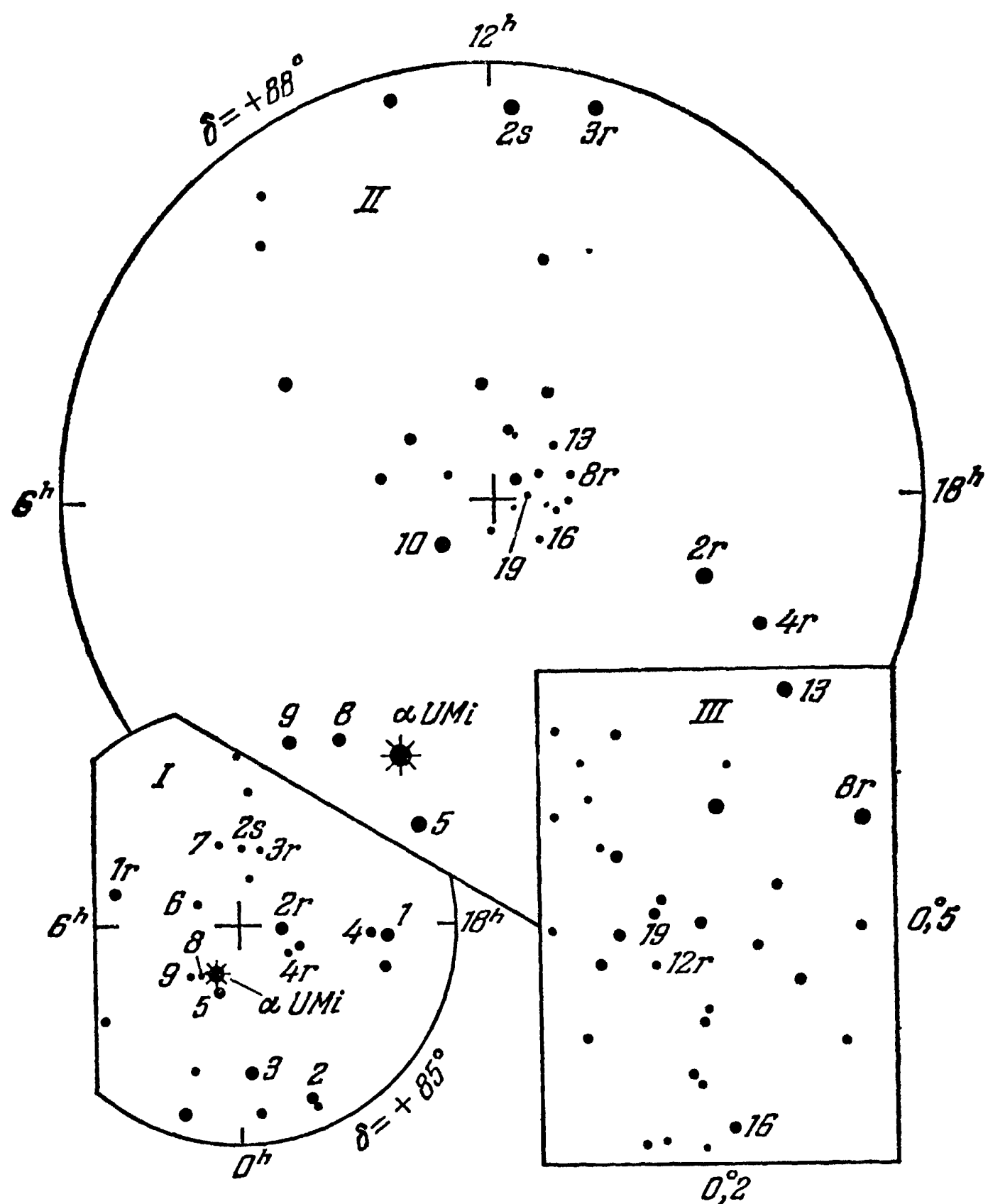
Координаты		V	Название	Координаты		V	Название
α_{1950}	δ_{1950}			α_{1950}	δ_{1950}		
^h ^m		^m		^h ^m		^m	
23 06,8	—21°27'	3,64	88 c ² Aqr	23 30,3	—38°06'	4,37 v?	β Scl
07,5	—45 31	3,90	ι Gru	35,1	+46 11	3,82	16 λ And
11,7	—06 19	4,22	90 φ Aqr	35,7	+42 59	4,29 v?	17 ι And
13,3	—09 22	4,25	91 ψ^1 Aqr	37,3	+77 21	3,21 v?	35 γ Cep
14,5	—58 31	3,98	γ Tuc	37,4	+05 21	4,13	17 ι Psc
14,6	+03 01	3,69	6 γ Psc	37,9	+44 03	4,14	19 κ And
15,3	—09 27	4,40	93 ψ^2 Aqr	39,5	+01 30	4,51	18 λ Psc
16,1	—32 48	4,41	γ Scl	40,1	—14 49	4,51	105 ω^2 Aqr
20,3	—20 22	3,98	98 b ¹ Aqr	51,9	+57 13	4,3 v?	7 ρ Cas
22,9	+23 08	4,41	68 v Peg	56,7	+06 35	4,01	28 ω Psc
23,4	—20 55	4,40	99 b ² Aqr	57,3	—65 53	4,49	ϵ Tuc
25,4	+06 06	4,28	10 θ Psc	59,4	—06 18	4,41 v?	30 Psc

ТАБЛИЦА 52

Северный Полярный Ряд

Фотоэлектрические визуальные величины (V), спектры (Sp) и показатели цвета (B — V) и (U — B) звезд Северного Полярного Ряда (по Джонсону, 1955 г.); r — красные звезды, s — звезды дополнительного списка.

*	V	B — V	U — B	Sp	*	V	B — V	U — B	Sp
1	4,36	+0,02	+0,02	A2	13	10,27	+0,34	+0,25	A7
2	5,27	—0,03	—0,11	B9	16	11,20	+0,48	+0,07	—
3	5,58	+0,23	+0,13	F0III	19	12,22	+0,56	+0,13	
4	5,79	+0,25	+0,07	A3p	1r	5,07	+1,63	+1,97	M0III
5	6,49	+0,10	+0,07	A5	2r	6,38	+1,57	+1,79	M1III
6	7,11	+0,18	+0,08	A3	3r	7,49	+1,44	+1,59	K2III
7	7,51	—0,01	—0,07	B9	4r	8,23	+1,06	+1,00	G9III
8	8,08	+0,40	—0,04	F4III	8r	10,40	+1,09	+0,86	—
9	8,81	+0,31	+0,11	F2III	12r	12,50	+1,34	—	—
10	9,06	+0,28	+0,04	A9	2s	6,28	+0,35	—0,01	F2III
					3s	6,39	+0,43	—0,08	F4V



К табл. 52. Карты области Северного Полярного Ряда. I — область от Северного полюса до склонения $+85^\circ$, II — до 88° , III — область размером $0^\circ,2$ на $0^\circ,5$ около Северного полюса.

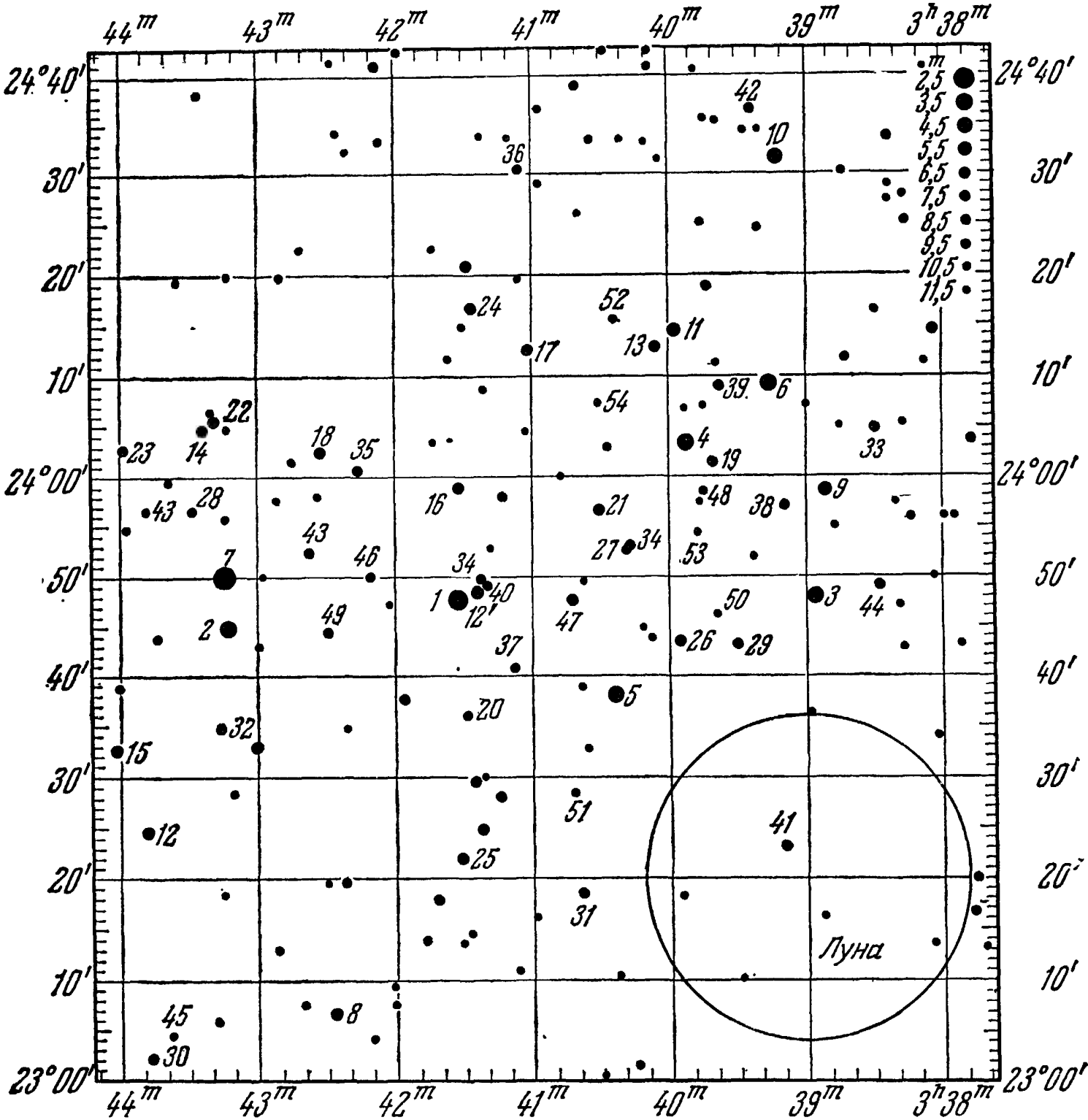
Яркие члены звездного скопления Плеяды

Визуальные звездные величины V , показатели цвета ($B - V$) и ($U - B$) (в системе Джонсона и Моргана) по фотоэлектрическим определениям Джонсона и Митчелла (1958 г.) и спектры членов скопления Плеяд

Номера по карте	V	$B - V$	$U - B$	Спектр
	m	m	m	
1 ¹⁾	2,87	—0,09	—0,33	B7III
2 ²⁾	3,64	—0,08	—0,36	B8III
3 ³⁾	3,71	—0,11	—0,41	B6III
4 ⁴⁾	3,88	—0,07	—0,40	B7III
5 ⁵⁾	4,18	—0,06	—0,43	B6IV
6 ⁶⁾	4,31	—0,11	—0,46	B6V
7 ⁷⁾	5,09	—0,08	—0,28	B8
8	5,45	—0,07	—0,32	B8V
9 ⁸⁾	5,46	—0,04	—0,33	B7IV
10 ⁹⁾	5,65	—0,07	—0,36	B8V
11 ¹⁰⁾	5,76	—0,04	—0,23	B8V
12	6,16	—0,05	—0,19	B9V
12'	6,29	—0,02	—	A0
13 ¹¹⁾	6,43	—0,02	—0,15	B9V;
14	6,60	—0,03	—0,12	A0
15 ¹²⁾	6,74	+0,06	—	A0
16	6,81	+0,06	+0,02	B9
17	6,82	+0,02	—0,07	B9V;
18	6,95	+0,12	+0,09	A0
19	7,18	+0,16	+0,08	A0
20	7,26	+0,05	+0,05	A0
21	7,35	+0,10	+0,12	A0
22	7,52	+0,10	+0,11	A1
23	7,54	+0,08	+0,08	A1
24	7,66	+0,12	+0,12	A2
25	7,77	+0,15	+0,12	A1
26	7,85	+0,20	+0,16	A1
27	7,96	+0,32	—	A4
28	7,97	+0,18	+0,13	A2
29	8,04	+0,21	+0,18	A2
30	8,10	+0,22	+0,13	A3
31	8,11	+0,36	+0,28	A0
32	8,12	+0,22	—	A0
33	8,17	+0,27	+0,09	A5
34	8,25	+0,26	—	A3
35	8,27	+0,36	+0,11	A6
36	8,28	+0,36	—	A4
37	8,37	+0,30	+0,08	A4
38	8,58	+0,34	+0,11	A3
39	8,60	+0,35	—	A6
40	8,69	+0,46	—	F5
41	8,95	+0,39	—	F0
42	8,99	+0,44	+0,08	F1
43	9,05	+0,49	—	F6
44	9,07	+0,46	+0,10	F0
45	9,10	+0,44	+0,02	F4
46	9,25	+0,55	—	F5
47	9,29	+0,46	+0,03	F4

Номера по карте	<i>V</i>	<i>B — V</i>	<i>U — V</i>	Спектр
48	9,45	+0,52	+0,11	F2
49	10,02	+0,56	—	F9
50	10,13	+0,62	—	F9
51	10,20	+0,73	—	G0
52	10,42	+0,64	—	G0
53	10,55	+0,67	—	G0
54	11,34	+0,86	—	F9

1) 25 η Таи^т(Альциона), 2) 25 f Таи (Атлас), 3) 17 b Таи (Электра), 4) 20 c Таи (Майя), 5) 23 d Таи (Меропа), 6) 19 e Таи (Тайгета), 7) 28 h Таи (Плейона) — неправильная переменная BU Таи, 8) 16 g Таи (Целено), 9) 18 m Таи, 10) 21 k Таи (Астеропа I), 11) 22l Таи (Астеропа II), 12) Близкий спутник 10,7.



К табл. 53. Карта звездного скопления Плеяд (координаты 1900 г.). Для сравнения показаны размеры лунного диска. Всего известно 250 членов скопления до 17^m. Все они принадлежат главной последовательности диаграммы спектр — светимость. (Фотографию см на стр. 163)

ТАБЛИЦА 54

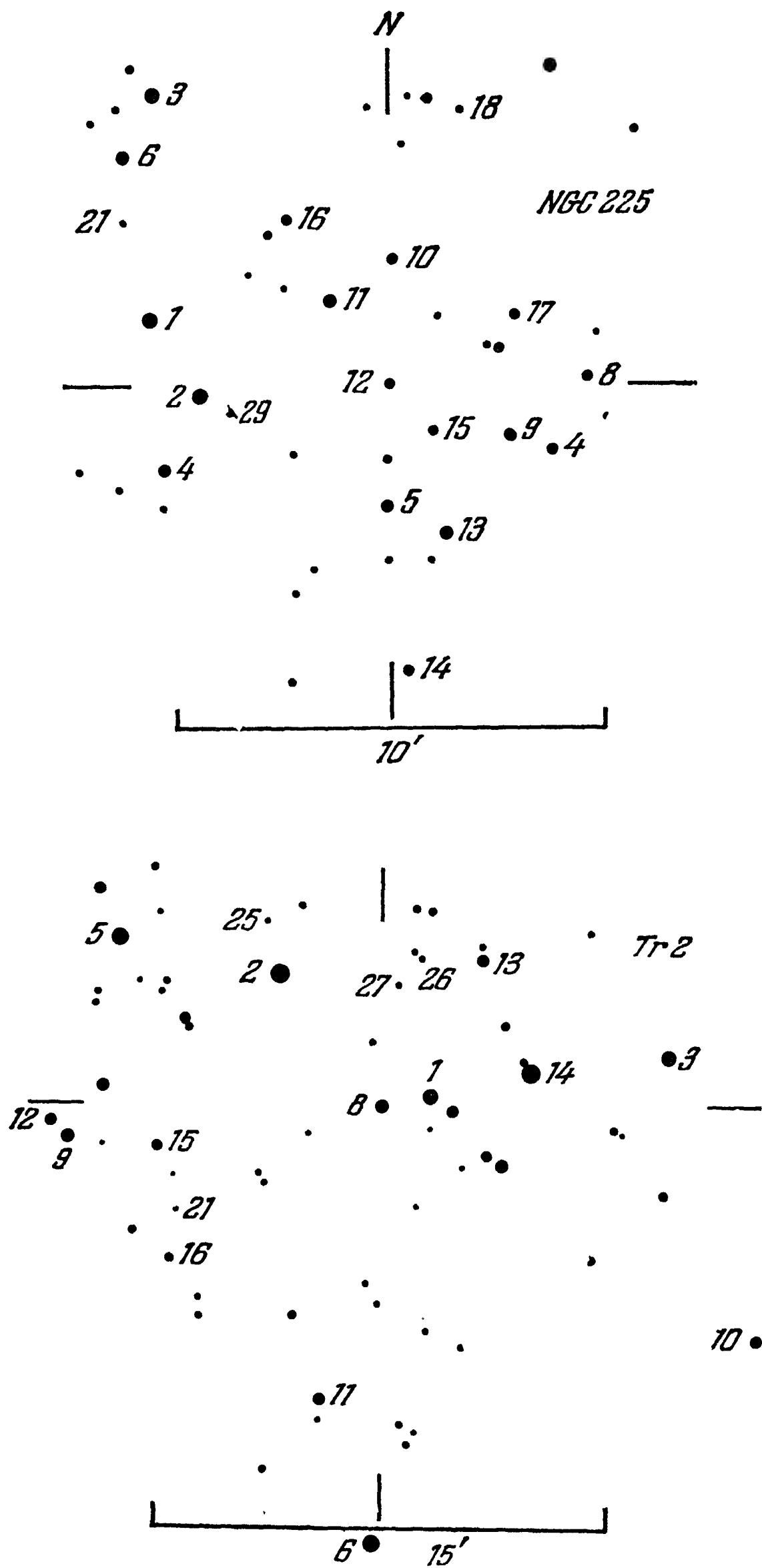
Фотометрические стандарты в системе *UBV*
(звездные скопления) (по Publ. Nav. Obs. 17, pt. 7, 1961, Washington)

NGC 225 ($0^{\text{h}}40^{\text{m}}, 5+61^{\circ}31'$, 1950), Cas

*	<i>V</i>	<i>B — V</i>	<i>U — B</i>	*	<i>V</i>	<i>B — V</i>	<i>U — B</i>
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
1	9,26	0,16	—0,23	12	10,89	0,23	0,04
2	9,64	0,20	—0,14	13	10,92	0,60	0,06
3	9,67	0,17	—0,15	14	11,02	0,63	0,20
4	9,75	1,65	—	15	11,02	0,94	0,54
5	9,87	0,97	0,39	16	11,42	0,29	0,21
6	9,99	0,15	—0,05	17	11,48	0,35	0,08
8	10,13	0,51	0,44	18	12,04	0,40	0,28
9	10,29	0,52	0,03	21	12,55	1,02	—
10	10,63	0,28	—0,02	29	13,93	0,79	0,33
11	10,67	0,27	0,12				

Trumpler 2 ($2^{\text{h}}33^{\text{m}}, +55^{\circ}4'$, 1950), Per

*	<i>V</i>	<i>B — V</i>	<i>U — B</i>	*	<i>V</i>	<i>B — V</i>	<i>U — B</i>
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
1	7,38	1,79	1,90	11	10,52	0,40	—
2	8,45	0,36	0,22	12	10,60	0,31	0,07
3	8,52	0,18	—0,21	13	10,79	0,26	0,06
5	8,60	0,27	—0,13	14	11,25	0,60	0,34
6	8,89	0,21	—0,24	15	11,59	0,48	0,28
8	9,36	0,26	—0,06	16	11,96	0,51	0,29
9	9,74	0,23	—0,13	25	13,50	0,90	0,22
10	10,26	0,21	—0,13	26	13,86	0,69	0,46
				27	14,19	0,43	—0,33



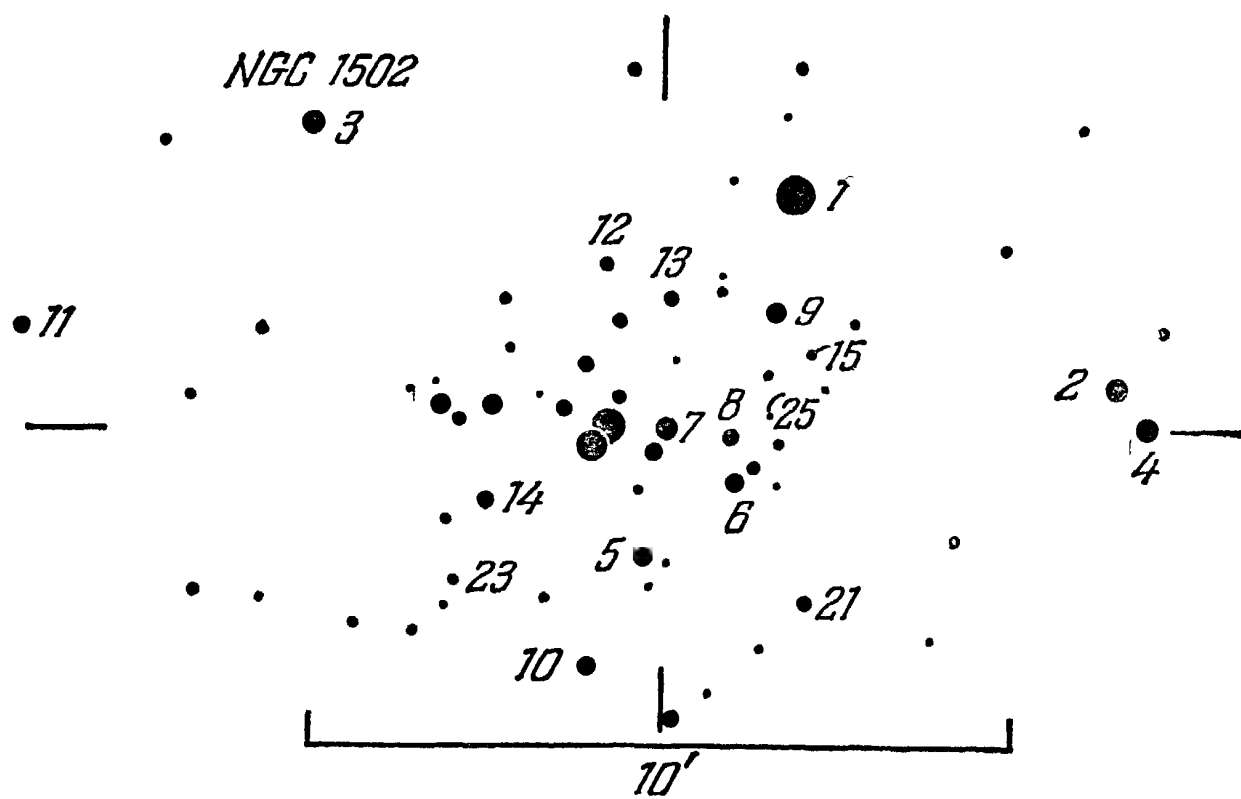
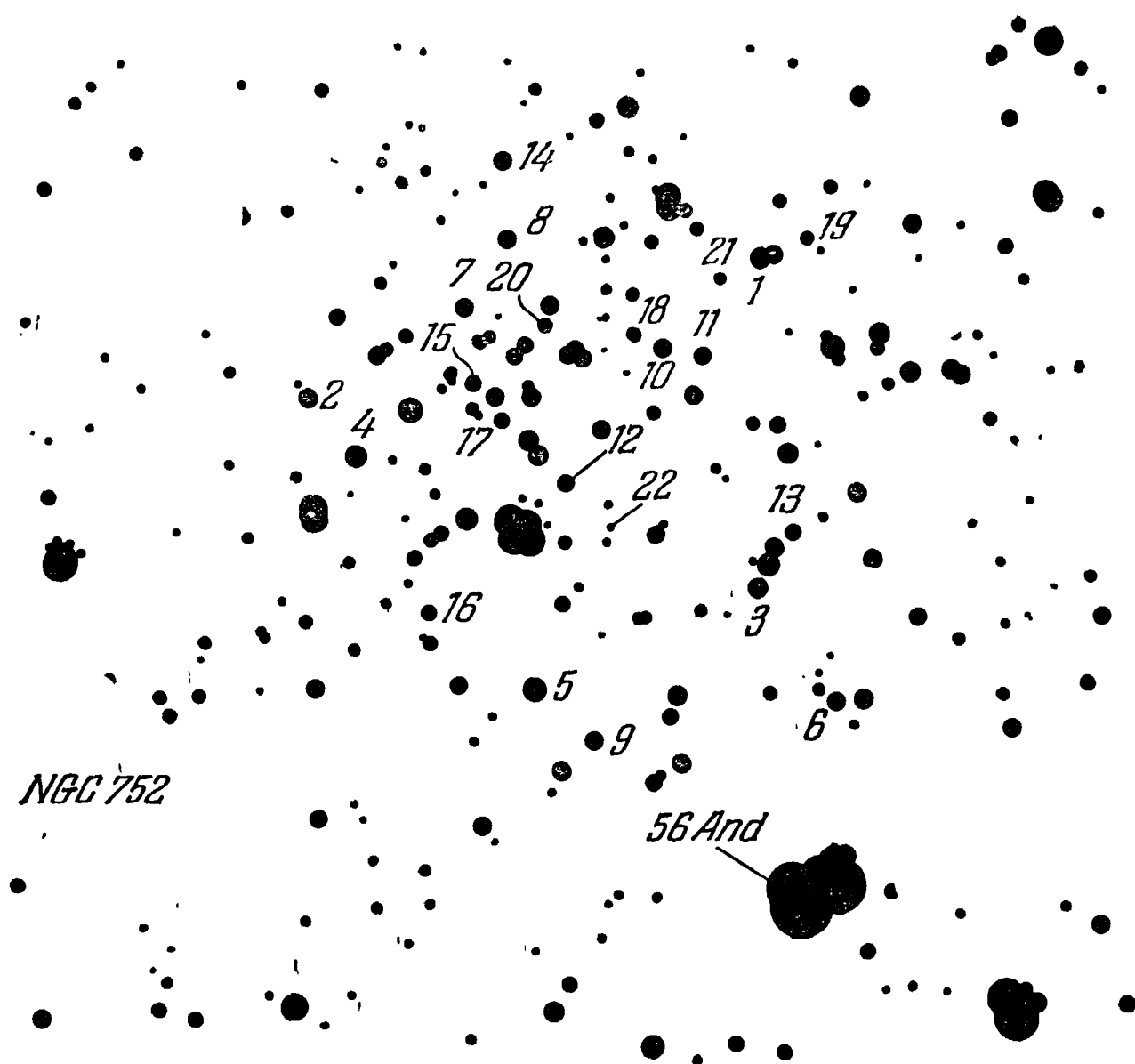
К табл. 54. Фотометрические стандарты в системе *UBV* (звездные скопления).

NGC 752 ($1^h 54^m, 7+37^\circ 25'$, 1950), And
Фотоэл. фотометрия по Н. Johnson (ApJ 117, 356, 1953)

*	№№ по Дж	V	B — V	U — B	Спектр	*	№№ по Дж.	V	B — V	U — B	Спектр
1	75	^m 8,95	^m +1,01	^m +0,77	K0III	12	187	^m 10,41	^m +0,42	^m 0,00	F4
2	311	9,04	+1,03	+0,82	K0III	13	58	10,46	+0,40	+0,02	F4
3	77	9,35	+1,02	+0,79	K0III	14	219	10,52	+0,41	0,00	F3
4	300	9,58	+0,41	+0,02	F3	15	234	10,66	+0,43	0,00	F5
5	209	9,70	+0,05	—0,01	A0	16	263	10,91	+0,38	+0,02	F2
6	41	9,80	+0,49	+0,07	F5	17	222	10,94	+0,38	+0,00	F2
7	238	9,95	+0,45	+0,04	F4	18	135	11,20	+0,45	—0,02	F4
8	218	10,06	+0,46	+0,04	F5	19	55	11,40	+0,44	—0,02	F5
9	171	10,16	+0,44	+0,05	F4	20	197	11,58	+0,45	—0,05	F5
10	117	10,23	+0,44	+0,05	F5	21	88	11,73	+0,49	—0,02	F5
11	96	10,35	+0,38	+0,06	F2	22	157	12,56	+0,60	—0,04	G0

NGC 1502 ($4^h 03^m, 0+62^\circ 11'$, 1950), Cam

*	V	B — V	U — B	*	V	B — V	U — B
1	^m 7,93	^m 0,07	^m 0,01	10	^m 10,72	^m 0,62	^m —0,11
2	7,93	1,19	0,77	11	10,91	0,50	—0,19
3	9,56	0,43	—0,36	12	11,36	0,58	—0,09
4	9,61	0,32	0,13	13	11,39	0,65	—0,04
5	9,61	0,55	—0,32	14	11,59	0,59	—0,02
6	9,66	0,57	—0,38	15	12,25	0,70	0,45
7	9,80	0,54	—0,32	21	12,93	0,93	0,69
8	10,49	0,50	—0,30	23	13,56	0,74	0,39
9	10,72	0,50	—0,23	25	14,24	1,27	0,42



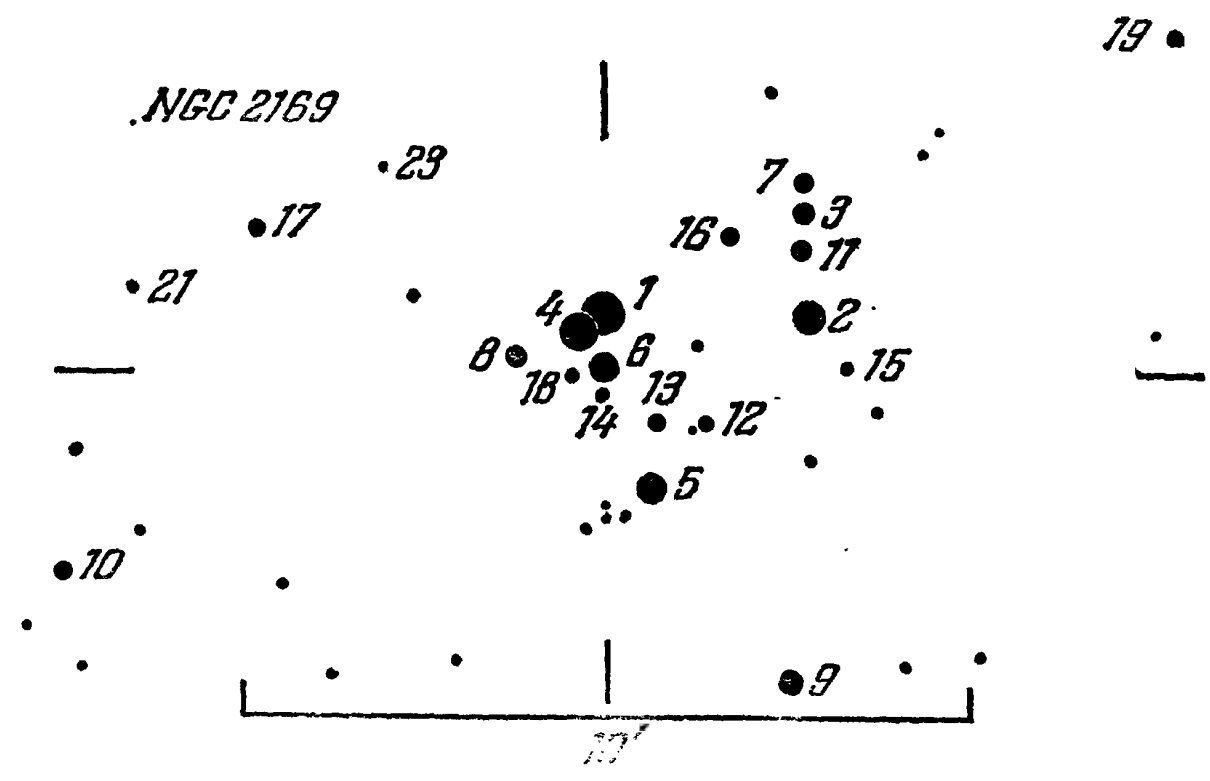
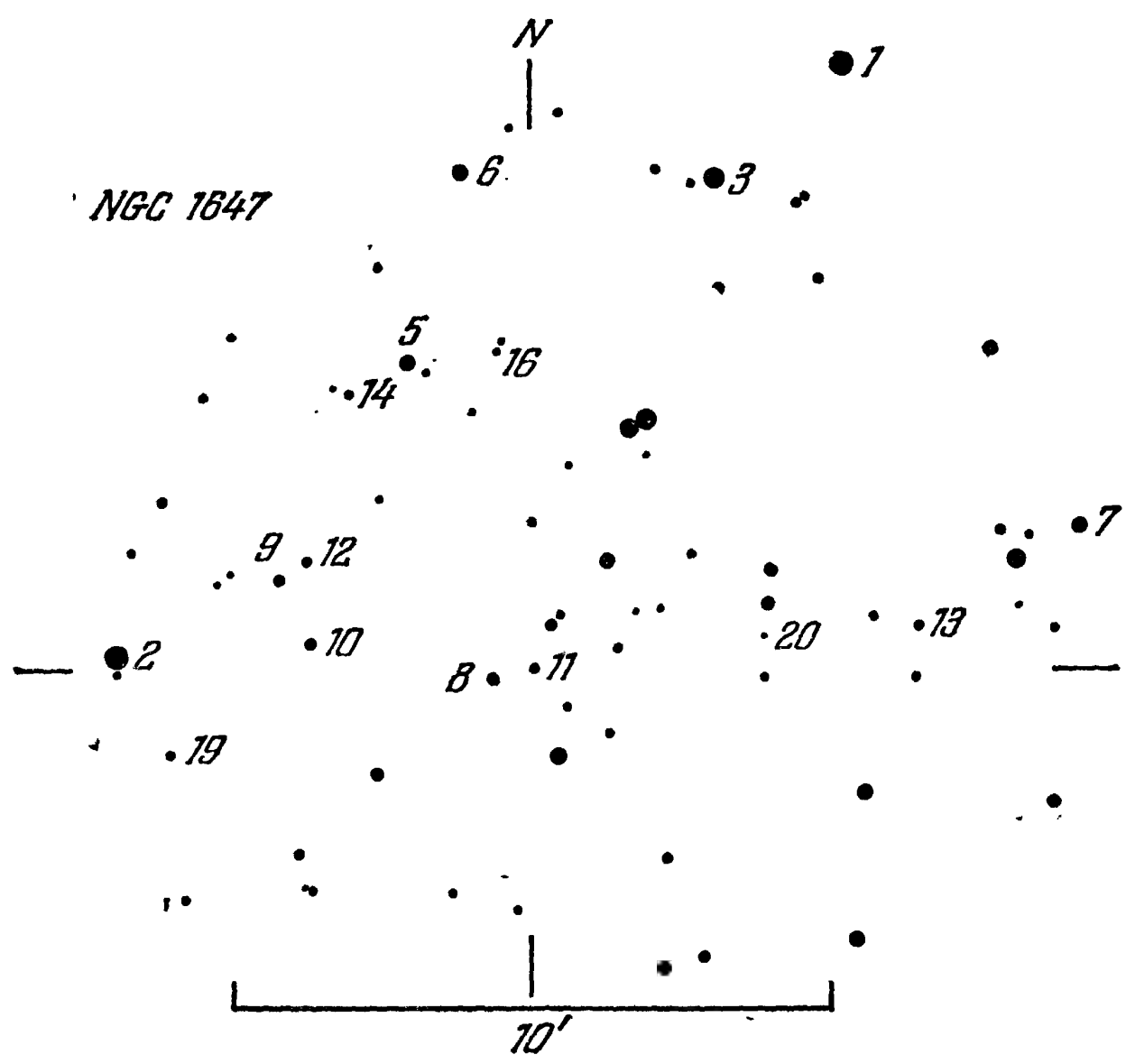
К табл. 54. Фотометрические стандарты в системе UBV (звездные скопления).

NGC 1647 ($4^{\text{h}}43^{\text{m}}, 2+18^{\circ}59'$, 1950), Tau

*	V	B - V	U - B	*	V	B - V	U - B
1	^m 8,61	^m 0,36	^m -0,05	10	^m 11,00	^m 0,40	^m 0,34
2	9,09	0,20	-0,09	11	11,11	0,85	0,41
3	9,34	0,32	0,01	12	11,36	0,52	0,36
5	9,68	0,23	-0,17	13	11,61	0,58	0,49
6	10,09	0,41	0,12	14	11,71	0,43	0,34
7	10,10	0,34	0,00	16	12,45	0,89	0,43
8	10,33	0,90	0,45	19	12,81	0,67	0,49
9	10,70	0,32	0,17	20	13,62	0,92	0,29

NGC 2169 ($6^{\text{h}}05^{\text{m}}, 7+13^{\circ}58'$, 1950), Ori

*	V	B - V	U - B	*	V	B - V	U - B
1	^m 8,61	^m 0,36	^m -0,05	12	^m 11,36	^m 0,52	^m 0,36
2	9,09	0,20	-0,09	13	11,61	0,58	0,49
3	9,34	0,32	0,01	14	11,71	0,43	0,34
4	9,34	0,90	0,57	15	11,79	0,53	0,44
5	9,68	0,23	-0,17	16	12,45	0,89	0,43
6	10,09	0,41	0,12	17	12,66	0,68	0,49
7	10,10	0,34	0,00	18	12,74	0,76	0,31
8	10,33	0,90	0,45	19	12,81	0,67	0,49
9	10,70	0,32	0,17	21	13,94	0,88	0,27
10	11,00	0,40	0,34	23	14,12	0,92	0,29
11	11,11	0,85	0,41				



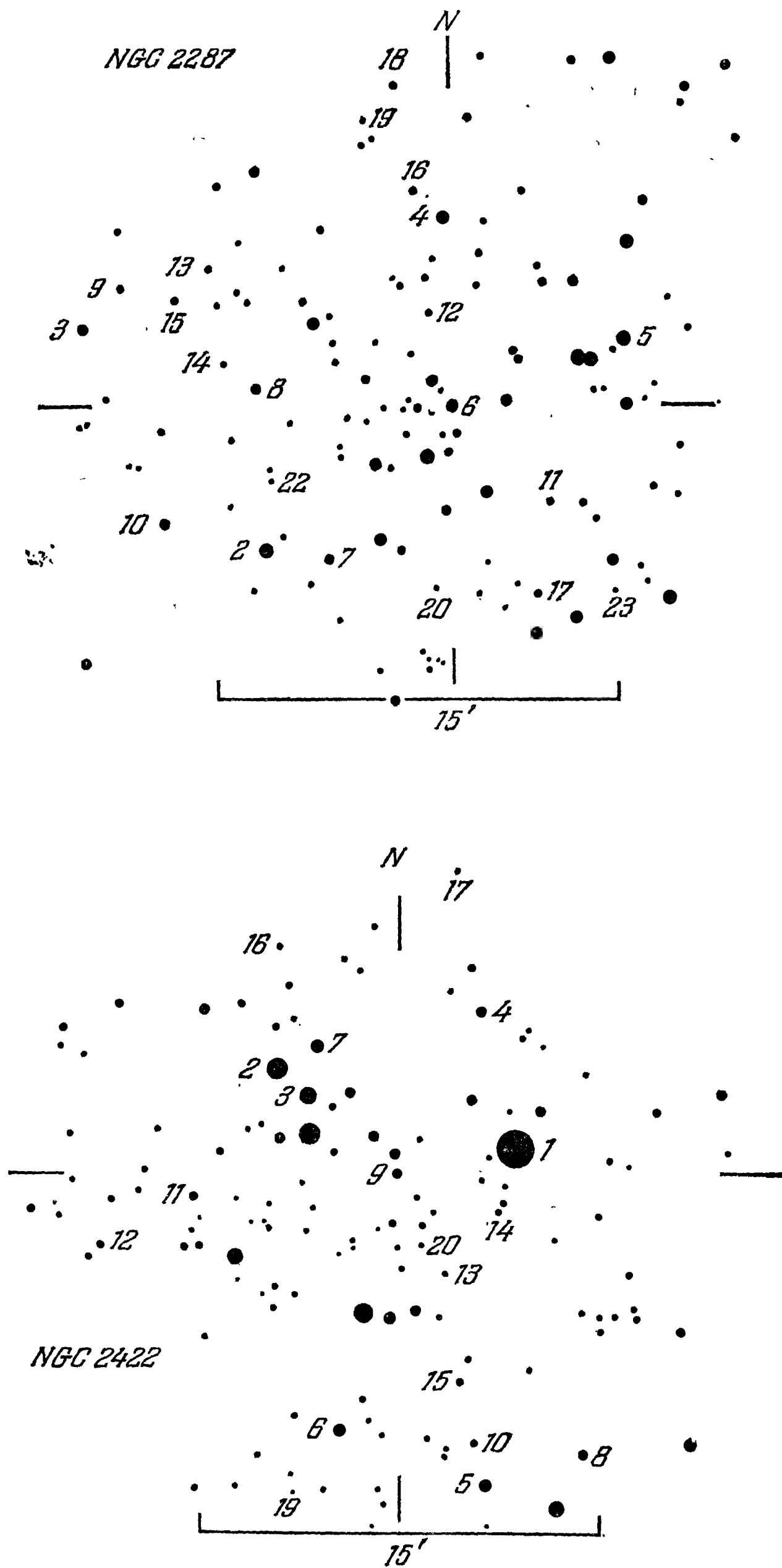
К табл. 54. Фотометрические стандарты в системе *UBV* (звездные скопления).

NGC 2287 ($6^{\text{h}}44^{\text{m}}, 9-20^{\circ}42'$, 1950), CMa

*	V	B - V	U - B	*	V	B - V	U - B
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
2	9,09	0,20	-0,09	13	11,61	0,58	0,49
3	9,34	0,32	0,01	14	11,71	0,43	0,34
4	9,34	0,90	0,57	15	11,79	0,53	0,44
5	9,68	0,23	-0,17	16	12,45	0,89	0,43
6	10,09	0,41	0,12	17	12,66	0,68	0,49
7	10,10	0,34	0,00	18	12,74	0,76	0,31
8	10,33	0,90	0,45	19	12,81	0,67	0,49
9	10,70	0,32	0,17	20	13,62	0,92	0,29
10	11,00	0,40	0,34	22	14,11	0,86	0,25
11	11,11	0,85	0,41	23	14,12	0,92	0,29
12	11,36	0,52	0,36				

NGC 2422 ($7^{\text{h}}34^{\text{m}}, 3-14^{\circ}22'$, 1950), Pup

*	V	B - V	U - B	*	V	B - V	U - B
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
1	5,70	-0,12	-0,71	11	10,51	0,07	0,04
2	6,72	-0,04	-0,31	12	10,52	0,15	0,11
3	7,81	-0,06	-0,36	13	10,73	0,22	0,17
4	7,83	1,23	1,10	14	10,94	0,54	0,05
5	7,93	1,05	0,81	15	10,95	0,32	0,17
6	8,79	0,01	-0,10	16	11,80	0,67	0,25
7	8,82	-0,01	-0,16	17	12,00	0,39	0,09
8	10,17	0,25	0,18	19	12,86	0,61	0,12
9	10,45	0,16	0,13	20	13,85	0,63	0,13
10	10,50	0,17	0,16				



К табл. 54. Фотометрические стандарты в системе UBV (звездные скопления).

NGC 6475 (17^h 50^m, 7—34°48', 1950), Sco

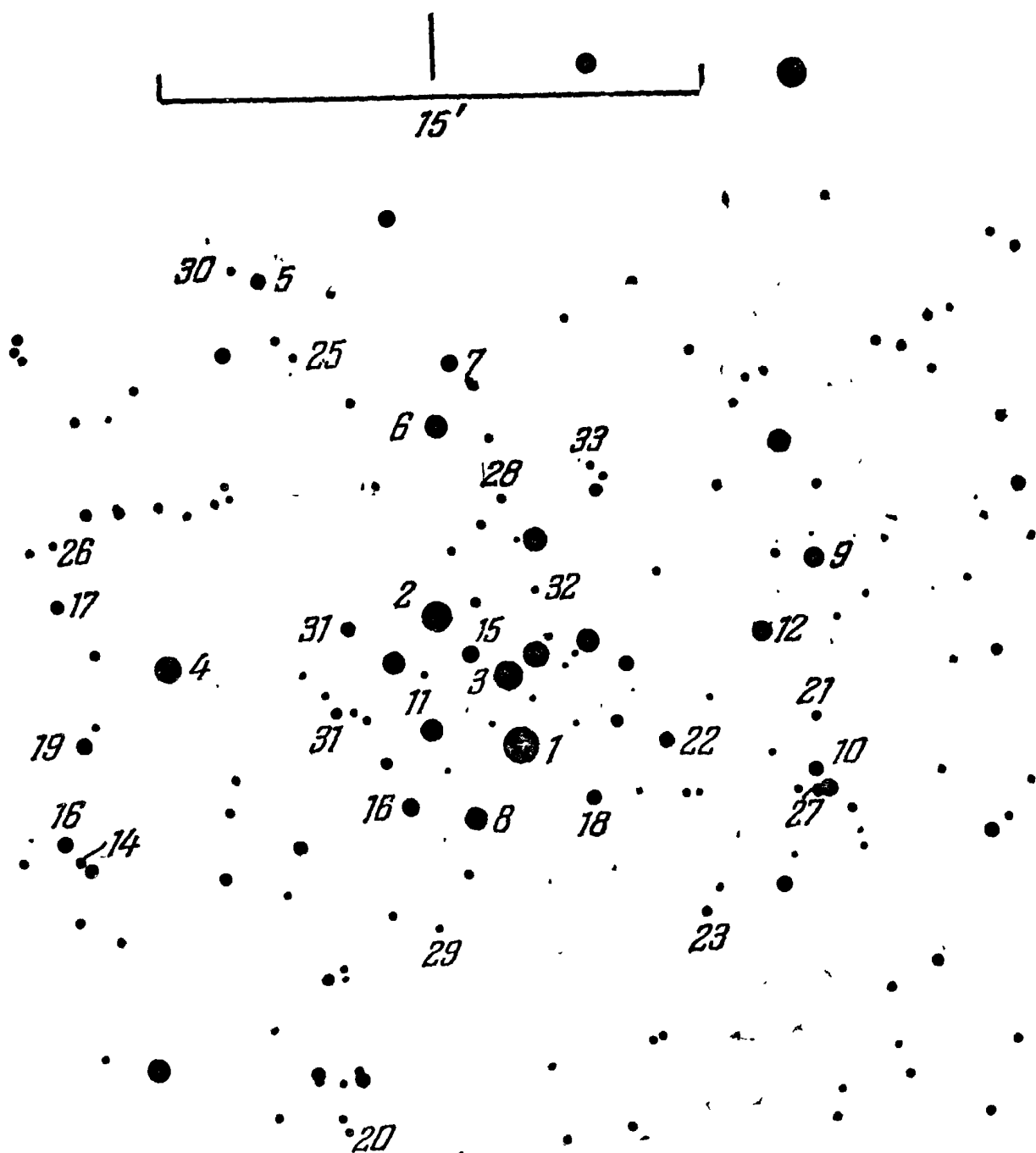
*	<i>V</i>	<i>B — V</i>	<i>U — B</i>	*	<i>V</i>	<i>B — V</i>	<i>U — B</i>
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
1	5,60	1,14	1,01	15	8,49	0,11	0,06
2	5,89	—0,08	—0,64	16	8,80	0,17	0,12
3	5,96	—0,01	—0,10	17	8,93	0,36	0,10
4	6,17	—0,03	—0,35	18	8,99	0,22	0,11
5	6,38	0,00	—0,06	21	9,20	0,19	0,11
6	6,45	0,02	—0,07	22	9,30	0,21	0,15
7	6,88	0,06	—0,06	23	9,56	0,45	0,11
8	6,97	0,04	—0,21	24	9,74	0,46	0,12
9	7,16	0,03	—0,20	25	10,15	1,78	—
10	7,37	0,10	—	26	10,19	0,44	0,06
11	7,48	0,11	0,00	27	10,30	0,38	0,15
12	7,61	0,00	—0,16	28	10,51	0,48	0,10
13	7,77	0,08	—	29	11,09	0,53	0,07
14	8,21	0,04	0,01	32	12,34	0,36	—

IC 4665 (17^h 43^m, 8+5°44', 1950), Oph
Фотоэл. фотометрия А. Hogg и G. Kron (LOB № 534, 1955).
Номера по каталогу Е. Kopff (Mitt. Bergedorf 8,96,1943)

*	№№ по Копфу	<i>V</i>	<i>B — V</i>	<i>U — B</i>	*	№№ по Копфу	<i>V</i>	<i>B — V</i>	<i>U — B</i>
		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>			<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
1	62	6,86	+0,011	—0,58	18	50	9,09	+0,251	+0,13
2	73	7,13	+0,031	—0,50	19	115	9,15	+0,436	+0,17
3	64	7,36	+0,016	—0,47	20	91	9,33	+1,736	+2,10
4	105	7,49	+0,031	—0,42	21	24	9,34	+1,251	+1,26
5	99	7,53	+1,631	+1,70	22	39	9,38	+0,296	+0,21
6	72	7,76	—0,004	—0,56	23	36	9,64	+1,26	—
7	69	7,88	+1,031	+0,82	24	89	9,84	+0,231	+0,16
8	68	7,94	+0,441	—0,00	25	95	9,88	+1,68	—
9	23	8,06	+0,061	—0,15	26	120	10,16	+1,126	+0,93
10	26	8,07	+1,261	+1,23	27	27	10,32	+0,271	+0,17
11	76	8,21	+0,121	—0,32	28	63	10,56	+0,356	+0,24
12	32	8,33	+0,041	—0,15	29	78	10,66	+0,551	+0,40
13	121	8,61	+0,371	+0,31	30	101	10,76	+1,14	—
14	117	8,73	+1,596	+1,87	31	88	10,87	+0,431	+0,18
15	67	8,80	+0,226	+0,17	32	57	11,13	+0,481	+0,07
16	81	8,86	+0,121	—0,27	33	48	11,58	+0,49	—
17	119	8,90	+0,686	+0,18					



NGC 6475



IC 4665

β Oph

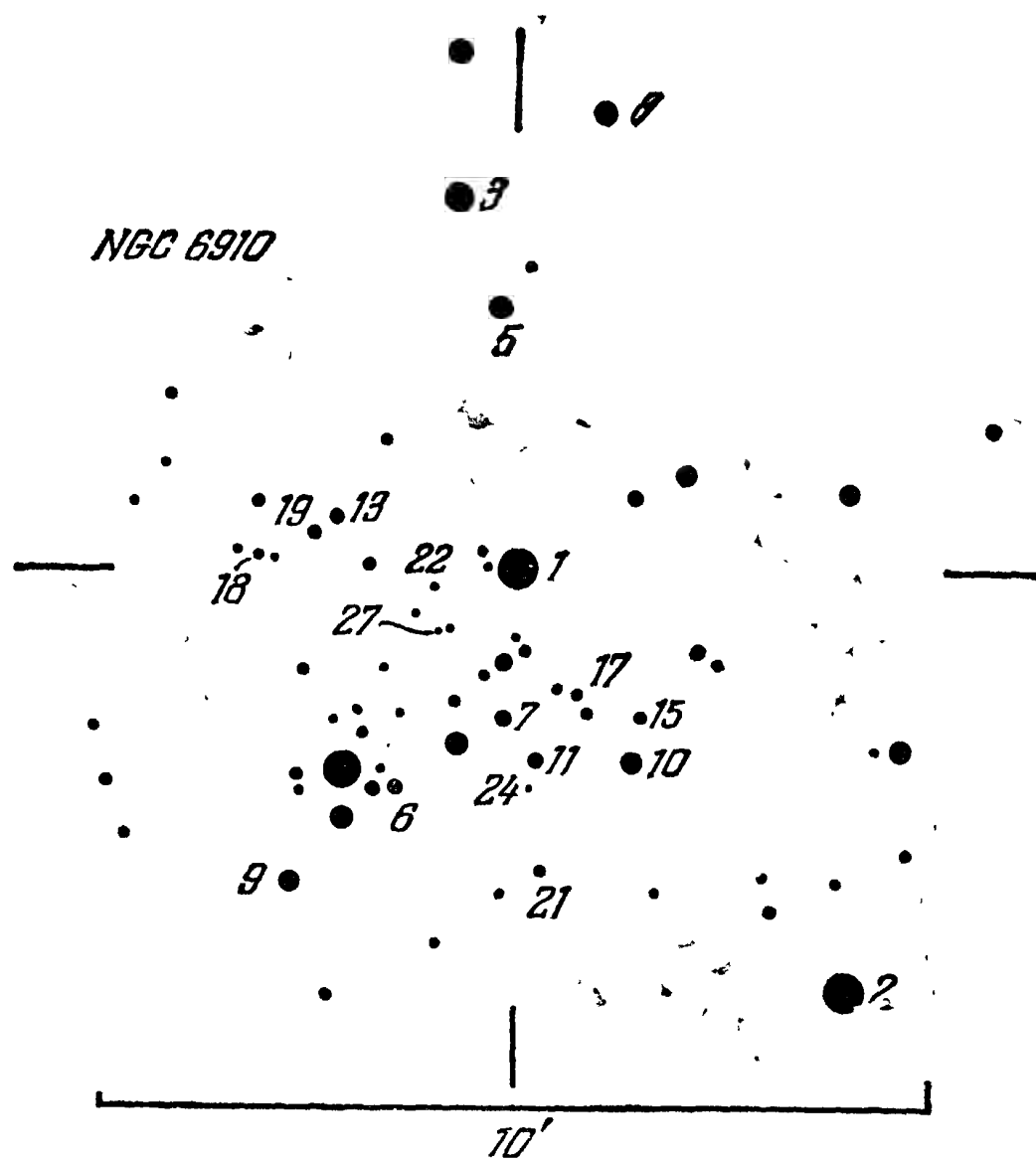
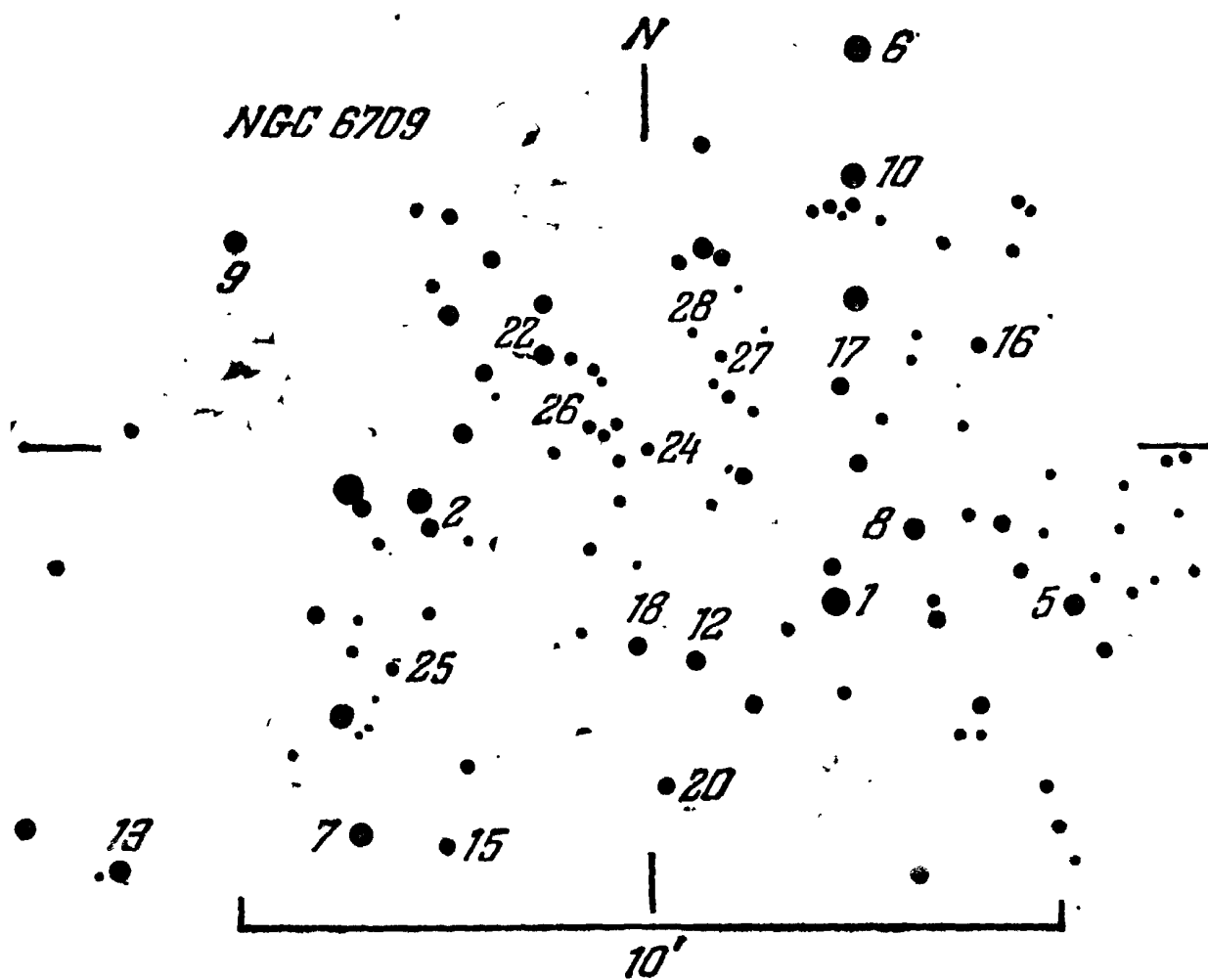
К табл 54. Фотометрические стандарты в системе UBV (звездные скопления).

NGC 6709 ($18^{\text{h}}49^{\text{m}}, 1+10^{\circ}17'$, 1950), Aql

*	<i>V</i>	<i>B</i> − <i>V</i>	<i>U</i> − <i>B</i>	*	<i>V</i>	<i>B</i> − <i>V</i>	<i>U</i> − <i>B</i>
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>		<i>m</i>	<i>m</i>	
1	9,07	1,31	1,07	16	11,61	0,16	−0,10
2	9,15	1,55	—	17	11,67	0,20	−0,10
5	10,33	0,17	−0,20	18	11,71	0,28	0,03
6	10,42	0,24	0,17	20	12,80	0,86	0,42
7	10,60	0,20	−0,26	22	13,19	0,70	0,21
8	10,66	0,23	−0,16	24	13,23	0,47	0,32
9	10,74	0,22	−0,06	25	13,96	0,73	0,31
10	10,88	0,18	−0,08	26	14,19	0,72	0,21
12	11,06	0,24	−0,04	27	14,67	0,78	0,17
13	11,14	1,17	0,92	28	15,01	0,69	0,19
15	11,43	0,25	−0,06				

NGC 6910 ($20^{\text{h}}21^{\text{m}}, 3+40^{\circ}37'$, 1950), Cyg

*	<i>V</i>	<i>B</i> − <i>V</i>	<i>U</i> − <i>B</i>	*	<i>V</i>	<i>B</i> − <i>V</i>	<i>U</i> − <i>B</i>
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
1	7,36	1,17	1,09	13	11,77	0,82	−0,07
2	8,12	0,05	−0,70	15	12,27	0,73	−0,06
3	8,54	0,89	−0,16	17	12,72	0,87	−0,09
5	10,05	0,19	0,09	18	12,87	1,00	0,01
6	10,34	0,92	−0,04	19	12,99	0,81	−0,03
7	10,42	0,84	−0,17	21	13,92	0,94	0,28
8	10,55	0,20	0,18	22	14,30	0,82	0,31
9	10,64	0,29	0,12	24	14,70	0,93	0,53
10	10,84	0,76	−0,21	27	14,88	0,95	0,49
11	10,95	1,20	1,13				



К табл. 54. Фотометрические стандарты в системе UBV (звездные скопления).

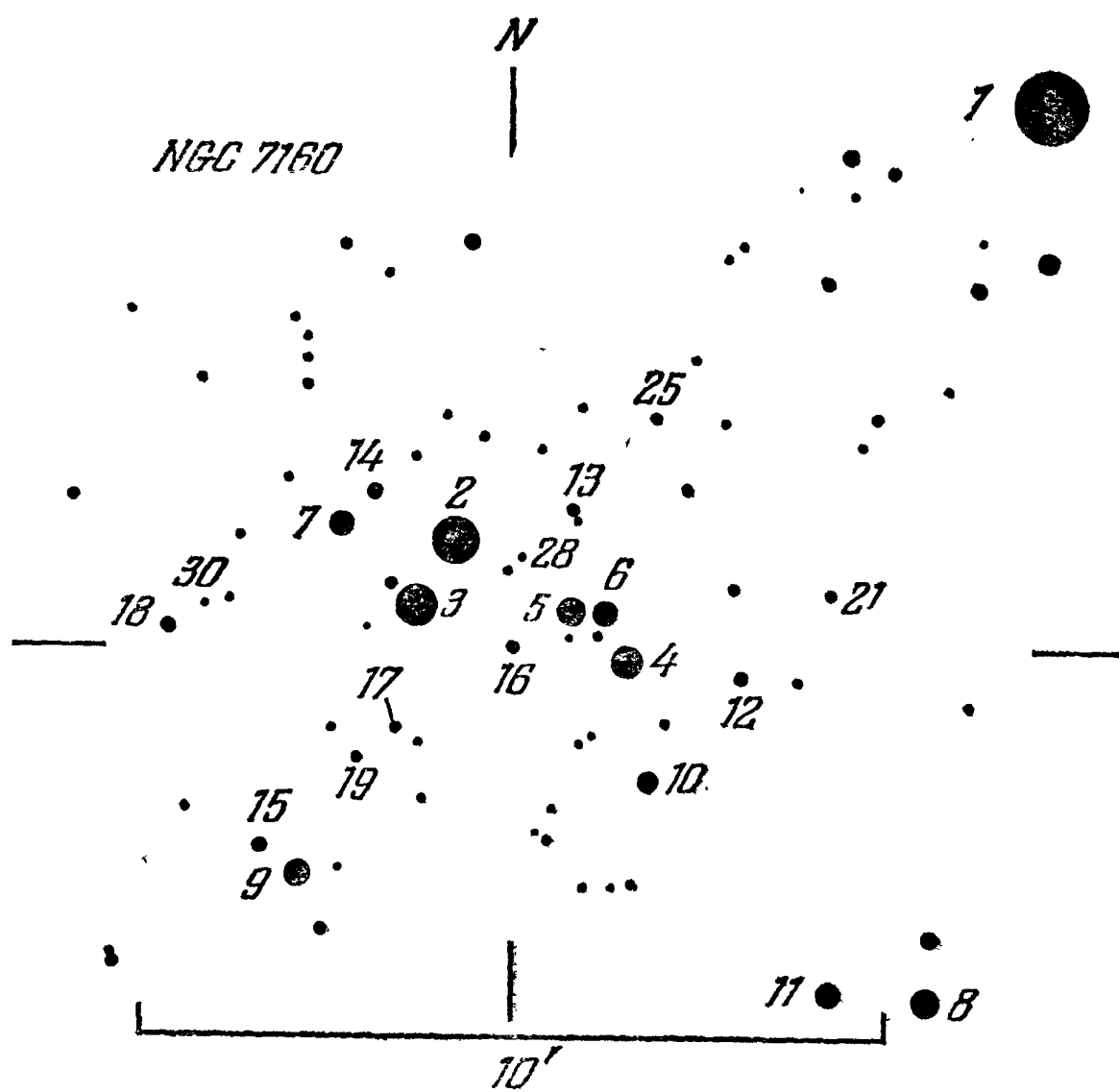
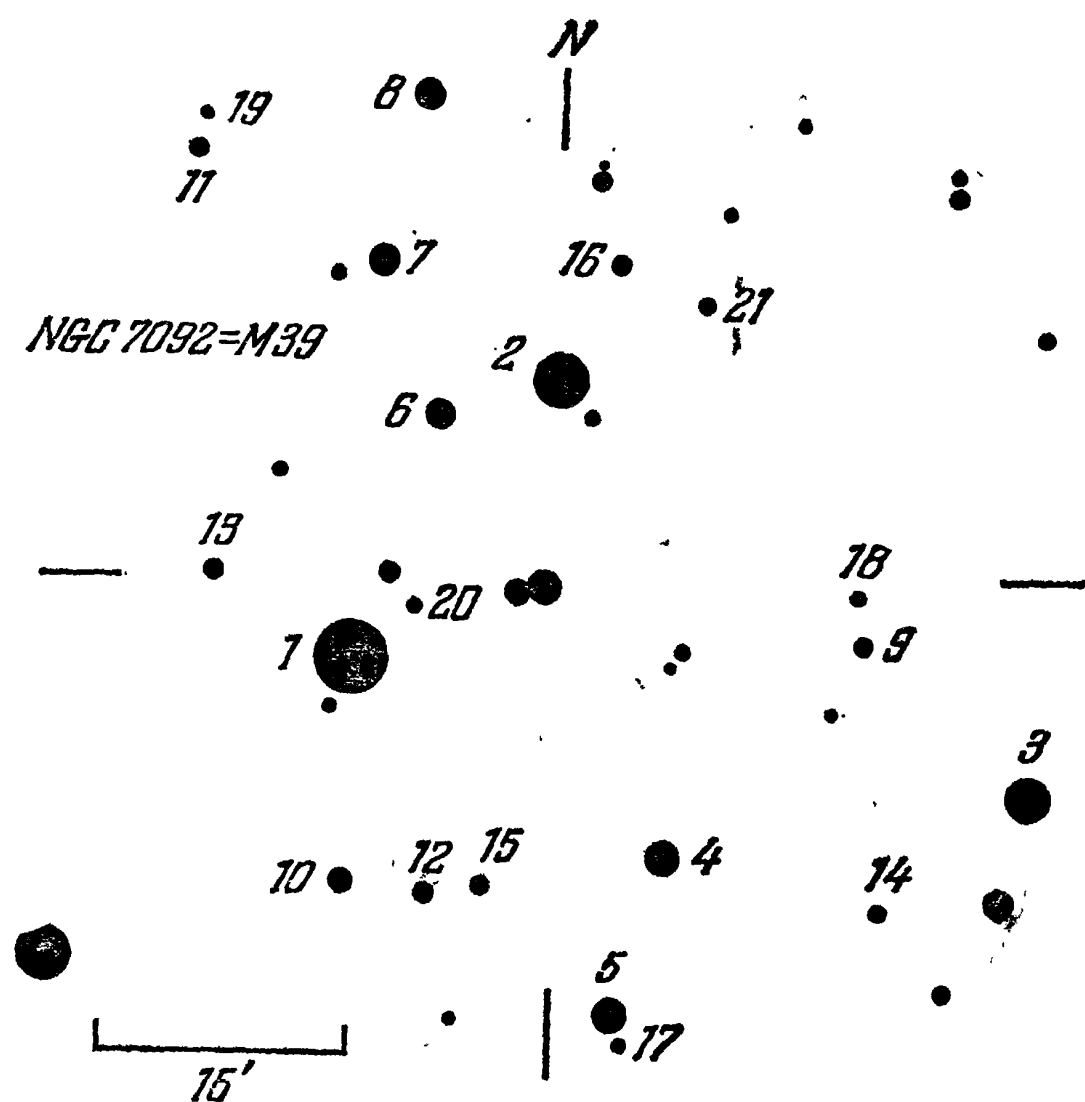
NGC 7092 = M 39 ($21^h 30^m, 4 + 48^\circ 13'$, 1900), Cyg.
Фотоэл. фотометрия Джонсона (ApJ 117, 353, 1953), №№ по Эббигхаузену (ApJ 92, 434, 1940)

*	№№ по Эббигх.	V	B — V	U — B	Спектр	*	№№ по Эббигх.	V	B — V	U — B	Спектр
1	33	^m 6,56	^m 0,00	^m +0,02	B9,5IV	12	19	^m 8,92	^m +0,09	^m +0,12	A2V
2	26	6,83	—0,04	—0,05	B9,5V	13	35	9,03	+0,08	+0,09	A2V
3	1	7,35	—0,02	+0,01	A0V	14	4	9,15	+0,16	+0,11	A2V
4	5	7,85	+0,04	—0,01	A0V *)	15	20	9,50	+0,18	+0,13	A5V:
5	17	7,97	+0,06	+0,08	A2V	16	27	9,78	+0,32	+0,09	F2V
6	24	8,06	+0,03	—0,06	B9IV	17	16	10,14	+0,30	+0,05	A4
7	38	8,23	+0,05	+0,01	A1V	18	10	10,33	+0,40	+0,02	A3
8	30	8,52	+0,01	+0,02	A0V	19	40	10,60	+0,38	+0,30	A1
9	9	8,54	+0,74	+0,26	G7	20	21	10,77	+0,60	+0,16	F8
10	31	8,68	+0,04	+0,07	A0V	21	11	10,95	+0,50	0,00	F3
11	39	8,81	+1,17	+1,12	K0						

*) Сп. двойная.

NGC 7160 ($21^h 52^m, 3 + 62^\circ 22'$, 1950), Cep

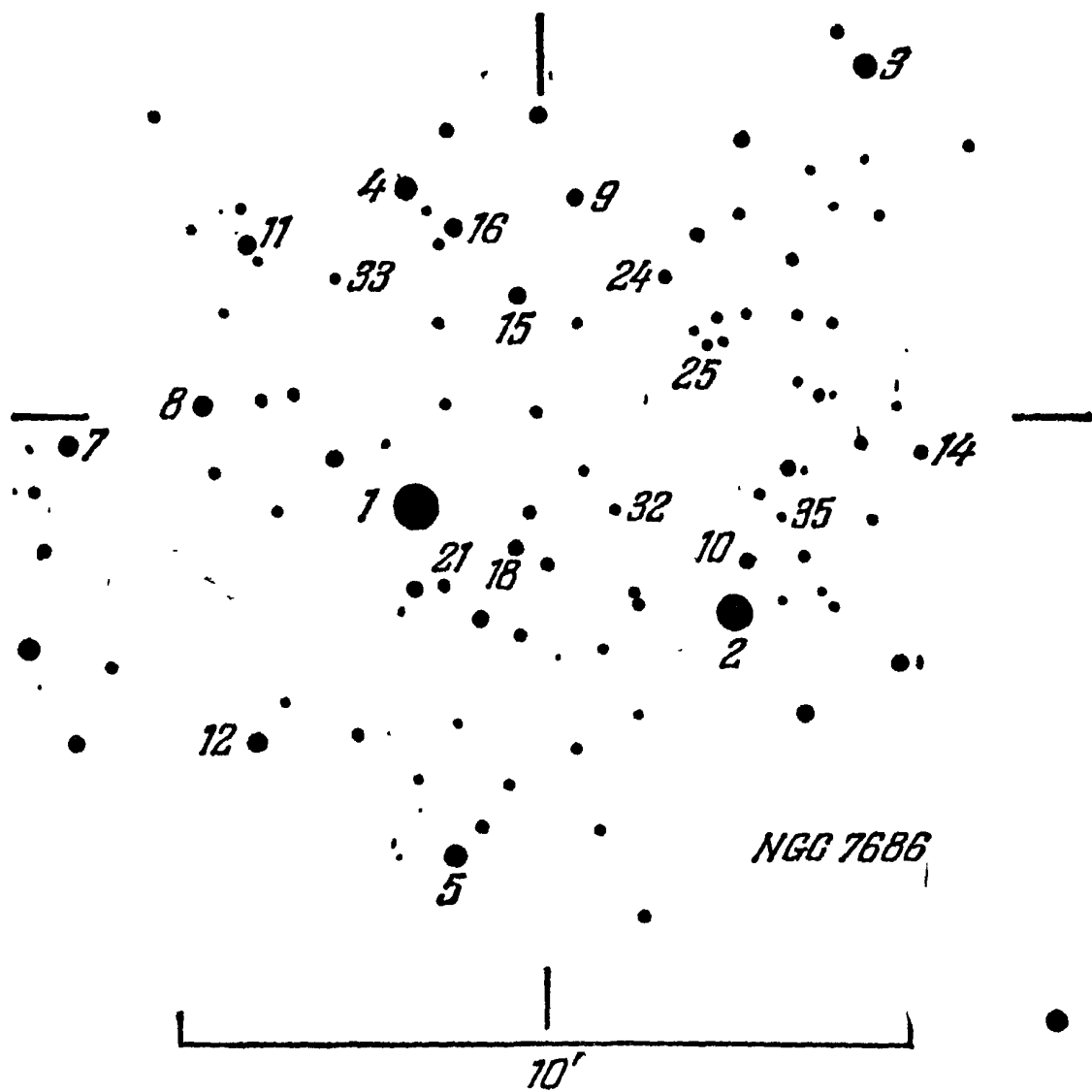
*	V	B — V	U — B	*	V	B — V	U — B
1	^m 6,69	^m 0,24	^m —0,57	12	^m 11,41	^m 0,55	^m 0,09
2	7,04	0,26	—0,56	13	11,48	0,29	0,06
3	7,90	0,07	—0,73	14	11,52	0,36	0,23
4	8,92	0,17	—0,46	15	11,62	0,55	0,46
5	9,34	0,18	—0,49	16	11,68	0,26	0,12
6	9,83	0,23	—0,33	17	12,07	0,34	0,28
7	10,01	0,15	—0,49	18	12,14	0,34	0,42
8	10,50	0,44	0,02	19	12,24	0,39	0,28
9	10,81	0,28	—0,11	21	12,53	0,46	0,38
10	11,11	1,45	1,39	25	13,02	0,57	0,51
11	11,18	0,30	0,13	28	13,47	0,74	0,35
				30	14,48	1,53	0,74



К табл. 54. Фотометрические стандарты в системе UBV (звездные скопления).

NGC 7686 (23^h 27^m, 8+48°51', 1950), And

*	V	B — V	U — B	*	V	B — V	U — B
1	^m 6,17	^m 1,46	^m 1,71	14	^m 11,53	^m 0,95	^m 0,54
2	7,74	0,96	0,68	15	11,54	0,66	0,12
3	8,95	1,23	1,14	16	11,63	0,36	0,10
4	9,53	1,00	0,69	18	12,48	0,52	—0,02
5	10,22	0,45	0,17	21	12,62	0,79	0,25
7	10,37	1,26	1,24	24	12,91	0,63	0,07
8	10,92	1,23	1,10	25	13,48	1,19	1,06
9	11,03	1,77	—	32	13,91	0,47	—0,03
10	11,07	1,39	1,48	33	14,32	0,79	0,21
11	11,15	0,39	0,10	35	14,93	0,78	0,08
12	11,37	0,74	0,26				



К табл. 54. Фотометрические стандарты в системе *UBV* (звездные скопления).

Некоторые яркие двойные звезды

Расстояние не меньше $0''.7$, $m_A < 5^m, 9$, $m_B < 9^m, 0$. Положение в эпоху E последних наблюдений; в скобках — по эфемериде на 1970 г. Данные по Index Catalogue (Publ. Lick Obs. 21, 1963). I — SDS, In — Innes, 1927

*	ADS	α_{1950}	δ_{1950}	m_A	Sp A	m_B	Sp B	ρ	θ	E	Примечания
β Tuc	In260	$^h m$ 0 29,3	—63°14'	m 4,5	B8V	m 4,5	A2V	27",1	169°	1952	Обе — виз. дв.
π And	513	0 34,2	+33 27	4,4	B5V	8,8		36,0	173	1953	A — сп. дв. 144 ^d ; общее μ
η Cas	671	0 46,1	+57 33	3,5	G0V	7,2	M0	(11,5	302	1970)	$P=526^a$, $a=12''$, 5; сп. аномально слаб для своей массы
ψ Phe	899	1 03,0	+21 12	5,6	B8,5IV	5,8	B9V	30,0	160	1959	
ζ Phe	I	1 06,3	—55 31	3,9	B6V	6,7		0,8	243	1953	A — затм. и сп. дв. 1 ^d , 67; еще сп. 7 ^m , 0, 6"
κ Tuc	I	1 14,1	—69 08	4,8	F6V	7,0		5,4	336	1954	
α UMi	1477	1 48,8	+89 02	2,1	F8Ib	8,9	F3V	18,4	218	1955	A — цефеида 3 ^d , 97, имеет невид. сп.
γ Ari	1507	1 50,8	+19 03	4,8	B9V	4,8	A0	7,8	360	1959	
λ Ari	1563	1 55,1	+23 21	4,8	F0IV	7,5	G1	37,2	46	1954	B — сп. дв.
α Psc	1615	1 59,4	+02 31	4,3	A0p	5,3	Aм	(1,9	288	1970)	$P=720^a$, $a=2''$, 66; обе — сп. дв. и v ? В имеет сп. 6 ^m , 3: $P=61^a$, $a=0''$, 3
γ And	1630	2 00,8	+42 06	2,3	K3II	5,5	A0p	9,8	64	1955	Четверная зв. (с невид. сп.)
ι Cas	1860	2 24,9	+67 11	4,7	A5	7,0	F5	(2,4	241	1970)	
γ Cet	2080	2 40,7	+03 02	3,4	A3V	4,4	A2	2,8	294	1955	
η Per	2157	2 47,0	+55 41	3,8	K3Ib	7,9		28,3	300	1932	
θ Eri	I	2 56,4	—40 30	3,4	A3V	4,5	A2	8,2	88	1952	
ϕ Eri	I	3 46,7	—37 46	4,9	B8	5,4	A0	7,9	212	1957	A — сп. дв.
32 Eri	2850	3 51,8	—03 08	5,0	G8III	6,3	A1V	6,8	347	1955	
ε Per	2888	3 54,5	+39 52	3,0	B1V	8,2	B8	8,8	10	1938	
23 Ori	3962	5 20,2	+03 30	5,0	B1V	7,1	A	31,9	29	1955	
λ Ori	4179	5 32,4	+09 54	3,7	O8	5,6	O5e	4,4	4,3	1957	
Ori	4182	5 32,6	—06 02	4,7	B0V	5,6	B1V	35,7	223	1924	
θ' Ori	4186	5 32,8	—05 25	5,4	O8	6,8	B5	13,6	60	1940	Трапеция Ориона — 6 комп. (4 ярк.)

*	ADS	α_{1950}	δ_{1950}	m_A	SpA	m_B	SpB	Q	ι	E	Примечания
ι Ori	4193	h 5 33,0	-05°56'	m 2,8	O9III	m 7,0	B8	11",3	141°	1932	A — сп. дв. 29 ^d , 1
ζ Ori	4263	5 38,2	-01 58	2,0	B0Ib	4,2	B3	2,5	164	1957	
θ Aur	4566	5 56,3	+37 13	2,7	A0V	7,2	G	3,2	319	1955	
ε Mon	5012	6 21,1	+04 37	4,5	A5IV	6,6	F5V	12,7	28	1955	
β Mon	5107	6 26,4	-07 00	4,7	B3Ve	5,2	B3ne	7,3	132	1955	Сп. C 5 ^m , 6, B3e, 10 ⁿ
ν CMa	5243	6 34,2	-18 37	5,8	G8Ib	8,5	G0	17,5	262	1926	
γ Vol	I	7 09,1	-70 25	3,9	G8III	5,8	dF4	13,6	300	1941	A — сп. дв. и v?
δ Gem	5983	7 17,1	+22 05	3,5	F0IV	8,2	dK6	6,8	211	1923	$P \sim 1200^a$.
α Gem	6175	7 31,4	+32 00	2,0	A1V	2,8	A5m	(1,8)	131	1970)	$P = 420^a$, $a = 6''$, 30; сп. C = YY Gem все три — сп. дв.
k Pup	6255	7 36,8	-26 41	4,5	B6V	4,7	B7V	9,9	318	1951	
ε Vol	I	8 07,8	-68 28	4,5	B5III	8,1		6,1	24	1922	A — сп. дв. 14 ^d , 2
ζ Cnc	6650	8 09,3	+17 48	5,6	F8V	6,3	G0	(1,0)	330	1970)	$P = 60^a$, $a = 0''$, 88; сп. C 6 ^m , 0 6 ⁿ — дв. : 7 ^m , 8, $P = 17^a$, 6 Физ. дв., обе v?
ι' Cnc	6988	8 43,7	+28 57	4,2	G8II	6,6	A3V	30,5	307	1958	
ε Hya	6993	8 44,1	-06 36	3,5	G0III	6,9	dF7	(2,9)	275	1970)	$P = 15^a$, 0, $a = 0''$, 21; C 7 ^m , 8, 3 ⁿ — сп. дв.
σ^2 UMa	7203	9 06,0	+67 20	4,9	F7V	8,2		(2,7)	10	1970)	$P \sim 1000^a$, $a \sim 6''$, больш. эксцентр.
38 Lyn	7292	9 15,7	+37 01	4,0	A3V	6,0	F0	2,8	229	1960	
v Car	I	9 45,9	-64 50	3,1	A9II	6,1		5,0	127	1943	Общ. μ
γ Leo	7724	10 17,2	+20 06	2,1	K0III	3,4	G7III	(4,4)	123	1970)	$P = 619^a$, $a = 2''$, 50, $e = 0,84$
54 Leo	7979	10 52,9	+25 01	4,5	A1V	6,4	A1n	6,5	110	1958	B — сп. дв.
ξ UMa	8119	11 15,5	+31 49	4,4	G0V	4,8	G0V	(2,9)	122	1970)	$P \sim 60^a$, обе — сп. дв., у A невид. сп. $P = 1^a$, 6
α Cru	I	12 23,8	-62 49	1,6	B1IV	2,1	B3n	4,4	115	1955	A = сп. дв. 59 ^d , 31; B = сп. дв. 56 ^d
γ Vir	8630	12 39,1	-01 11	3,6	F0V	3,7	F0V	5,0	308	1960	$P = 172^a$, A — КЗП 101317; B — перем.?
μ Cru	I	12 51,6	-56 54	4,0	B3IV	5,2	B5Ve	35	17	1913	Общее μ .
α CVn	8706	12 53,7	+38 35	2,9	B9,5 pv	5,6	F0V	20	228	1960	A — прототип класса перем., $P = 5^d$, 47; обе — сп. дв.

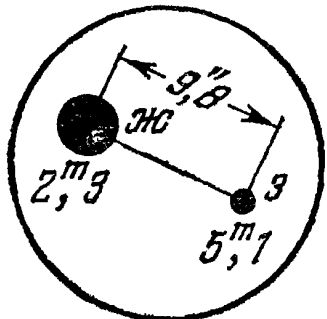
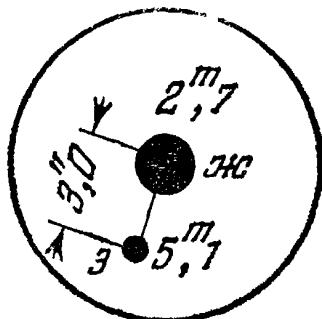
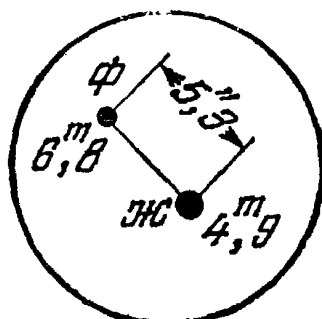
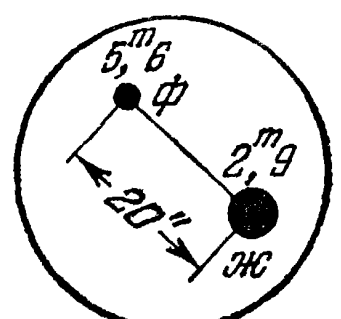
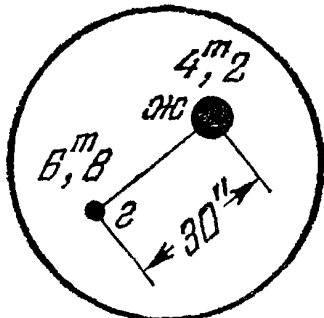
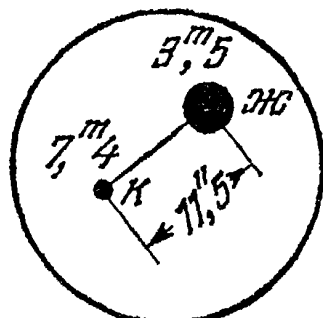
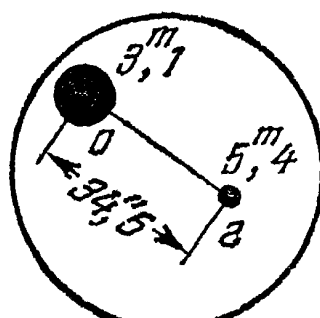
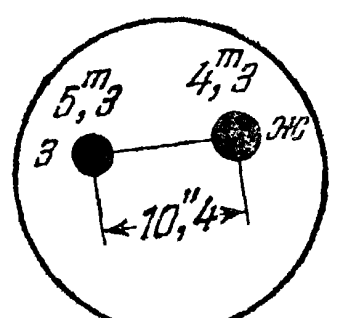
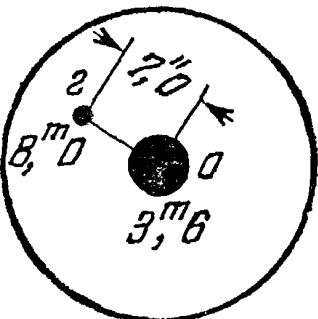
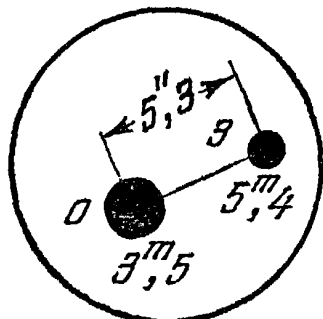
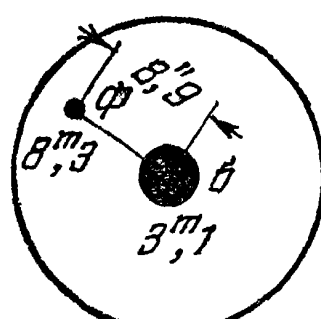
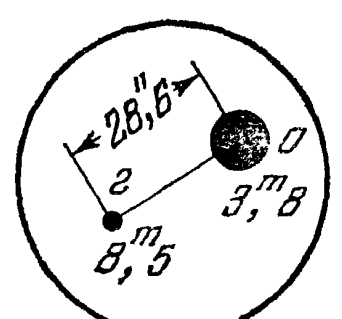
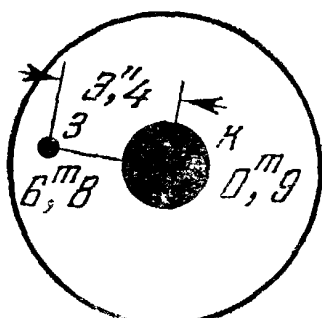
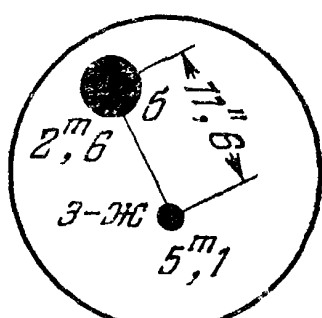
*	ADS	α_{1950}	δ_{1950}	m_A	SpA	m_B	SpB	ρ	θ	E	Примечания
ζ UMa	8891	$13^{\text{h}} 21,9^{\text{m}}$	+55 11	m 2,4	A2V	m 4,0	A2V	14	151	1960	A — сп. дв. 20^{d} , 5, B — сп. дв. 361^{d} и v?
k Cen	I	$13^{\text{h}} 48,9^{\text{m}}$	—32 45	4,7	B5IIp	6,2	B8V	7,9	108	1954	B — сп. дв.
κ^2 Boo	9173	$14^{\text{h}} 11,7^{\text{m}}$	+52°01'	4,5	A7IV	6,7	F2V	13"	236°	1960	B — сп. дв.
α C1r	I	$14^{\text{h}} 38,4^{\text{m}}$	—64 46	3,4	F0Vp	8,8	K5V	16	232	1951	$e=0,961$ $P=123^{\text{a}}$, 5
π Boo	9338	$14^{\text{h}} 38,4^{\text{m}}$	+16 38	4,9	Ap	5,8	Am	5,6	108	1960	Общее μ .
ζ Boo	9343	$14^{\text{h}} 38,8^{\text{m}}$	+13 56	4,6	A2	4,6		(1,2	307	1970)	$P=150^{\text{a}}$, $a=4''$, 88
ε Boo	9372	$14^{\text{h}} 42,8^{\text{m}}$	+27 17	2,7	K0HI	5,1	A2V	3,0	339	1957	Общее μ .
ξ Boo	9413	$14^{\text{h}} 49,1^{\text{m}}$	+19 18	4,8	G8V	6,9	K4V	(7,1	340	1970)	
κ Lup	I	$15^{\text{h}} 08,5^{\text{m}}$	—48 33	4,1	B9V	6,0	A0	27	144	1951	
μ Lup	I	$15^{\text{h}} 15,0^{\text{m}}$	—47 42	5,1	B8	5,3		1,2	142	1955	Сп. 7^{m} , 2, $24''$, разд. общее μ
δ Ser	9701	$15^{\text{h}} 32,4^{\text{m}}$	+10 42	4,2	F0IV	5,2	dF0	3,8	177	1960	
η Lup	I	$15^{\text{h}} 56,8^{\text{m}}$	—38 15	3,4	B2V	7,2		15,0	20	1934	
ξ Sco	9909	$16^{\text{h}} 01,6^{\text{m}}$	—11 14	4,8	F5IV	5,1	F5IV	8	55	1960	$P=45^{\text{a}}$, 7, $a=0''$, 72, сп. C $7''$, 2, dG7, $7''$; A — сп. дв. 44^{a} , 7
β Sco	9913	$16^{\text{h}} 02,5^{\text{m}}$	—19 40	2,6	B0,5V	4,9	B2V	14	24	1958	A — сп. дв. 6^{d} , 83, общее μ .
λ Oph	10087	$16^{\text{h}} 28,4^{\text{m}}$	+03 38	4,0	A1V	5,6	A0	(1,1	355	1970)	$P=132^{\text{a}}$
ζ Her	10157	$16^{\text{h}} 39,4^{\text{m}}$	+31 42	2,9	G0IV	5,9	dK0	(0,9	230	1970)	$P=34^{\text{a}}$, 38, $a=1''$, 37, A — сп. дв. 34^{a} , 42
μ Dra	10345	$17^{\text{h}} 04,3^{\text{m}}$	+54 32	5,8	dF6	5,8	dF6	(2,2	61	1970)	$P \sim 1200-2000^{\text{a}}$
α Her	10418	$17^{\text{h}} 12,4^{\text{m}}$	+14 27	3,1	M5II	5,4	G5III	4,5	107	1960	A — полуправ. перем., B — сп. дв. 51^{d} , 6
δ Her	10424	$17^{\text{h}} 13,0^{\text{m}}$	+24 54	3,1	A3IV	8,3	dG4	8,9	236	1958	Опт. дв.
ρ Her	10526	$17^{\text{h}} 22,0^{\text{m}}$	+37 11	4,5	B9III	5,5	A0V	4,0	316	1960	
ψ Dra	10759	$17^{\text{h}} 42,8^{\text{m}}$	+72 11	4,9	F5IV	6,1	dF6	30	15	1958	
95 Her	10993	$17^{\text{h}} 59,4^{\text{m}}$	+21 36	5,1	AIII	5,2	G5III	6,2	258	1960	

*	ADS	α_{1950}	δ_{1950}	m_A	SpA	m_B	SpB	ρ	θ	E	Примечания
τ Oph	11005	18 00,4	—08 11	5,4	F2	6,0	F2	(2,0	274	1970)	$P=280^a$, $a=1''$, 51; A м. б. сп. дв.; B — сп. дв.
70 Oph	11046	h 18 02,9	+02°31'	m 4,0	K0V	m 6,0	dK6	(2'',4	55°	1970)	$P=87^a$, 85, $a=4''$, 55; обе — сп. дв.
ε^1 Lyr	11635	18 42,7	+39 37	5,1	A3n	6,2	A3n	(2,7	358	1969)	μ общее с CD, $P=1165^d$, $a=2''$, 78
ε^2 Lyr	11635	18 42,7	+39 37	5,1	A5n	5,4	A5	(2,2	96	1969)	μ общее с AB; $P=585^d$, $a=2''$, 95.
ϕ Dra	11779	18 50,5	+59 20	4,7	K0II	7,9		34,2	326	1949	Опт. дв.; A — сп. дв. 138 ^d , 42
θ Ser	11853	18 53,8	+04 08	4,6	A5V	5,0	A5n	22	104	1960	
γ CrA	I	19 03,0	—37 08	5,0	F8V	5,0	F8V	2,7	54	1943	$P=119^a$, $a=2''$, 07
β^1 Sgr	I	19 19,0	—44 33	3,9	B8V	7,4	A3	28	77	1953	Общее μ.
β Cyg	12540	19 28,7	+27 52	3,2	K3II	5,1	B8V	35	54	1960	A — перем.?
δ Cyg	12880	19 43,4	+45 00	3,0	A0n	6,5		(2,2	239	1970)	$P=540^a$
κ Cep	13524	20 10,6	+77 34	4,4	B9,5III	8,4		7,4	122	1960	A — перем.?
γ Del	14279	20 44,3	+15 57	4,3	K1IV	5,1	F7V	10	268	1960	
λ Cyg	14296	20 45,5	+36 18	4,7	B5V	6,0		(0,8	20	1970)	$P=391^a$, $a=0''$, 78, $\Sigma M=11\odot$; A — сп. дв.
ε Equ	14492	20 56,6	+04 06	5,9	F5IV	6,2	F	(1,1	286	1970)	$P=101^a$, $i\sim 90^\circ$, сп. 7 ^m , 1, F, 10'', 7.
61 Cyg	14636	21 04,7	+38 29	5,2	K5V	6,0	K7V	(28,4	144	1970)	$P=692^a$, $a=24''$, 4; A имеет темн. сп. 4 ^a , 8
τ Cyg	14787	21 12,8	+37 50	3,9	F0IV	6,5	F	(0,9	185	1970)	$P=49^a$, 8, $a\sim 1''$, A — сп. дв. 3 ^h , 5
μ Cyg	15270	21 41,9	+28 30	4,7	F6V	6,1	dF3	(1,8	290	1970)	$P=444^a$, 36.
ξ Cep	15600	22 02,3	+64 23	4,6	A3m	6,6	dF7	7,5	277	1960	A — сп. дв.
ζ Aqr	15971	22 26,3	—00 17	4,4	F2IV	4,6	F2IV	(1,8	241	1970)	$P\sim 600^a$.
β PsA	I	22 28,7	—32 36	4,3	A0V	7,9		30	172	1952	Общее μ.

ТАБЛИЦА 56

Некоторые яркие двойные звезды с резким различием цветов (см. рисунок)

Звезда	m_A	m_B	ρ	θ	Цвета компонентов
γ And	2,3	5,1	9",8	64°	желтый-зеленый
ε Boo	2,7	5,1	3,0	338	желтый-зеленый
ξ Boo	4,9	6,8	5,3	223	желтый-фиолетовый
α CVn	2,9	5,6	20	228	желтый-фиолетовый
ι Cnc	4,2	6,8	30	307	желтый-голубой
η Cas	3,5	7,4	11,5	302	желтый-красный
β Cyg	3,1	5,4	34,5	54	оранжевый-голубой
γ Del	4,3	5,3	10,4	277	желтый-зеленый
κ Gem	3,6	8,0	7,0	238	оранжевый-зеленый
α Her	3,5	5,4	5,3	114	оранжевый-зеленый
δ Her	3,1	8,3	8,9	236	белый-фиолетовый
η Per	3,8	8,5	28,6	300	оранжевый-голубой
α Sco	0,9	6,8	3,4	261	красный-зеленый
β Sco	2,6	5,1	13,6	24	белый-зелено-желтый

 γ And ε Boo ξ Boo α CVn ι Cnc η Cas β Cyg γ Del κ Gem α Her δ Her η Per α Sco β Sco

Цвета

Ж — желтый

Г — голубой

З — зеленый

К — красный

Б — белый

О — оранжевый

Ф — фиолетовый

К табл. 56. Расположение и цвета некоторых двойных звезд.

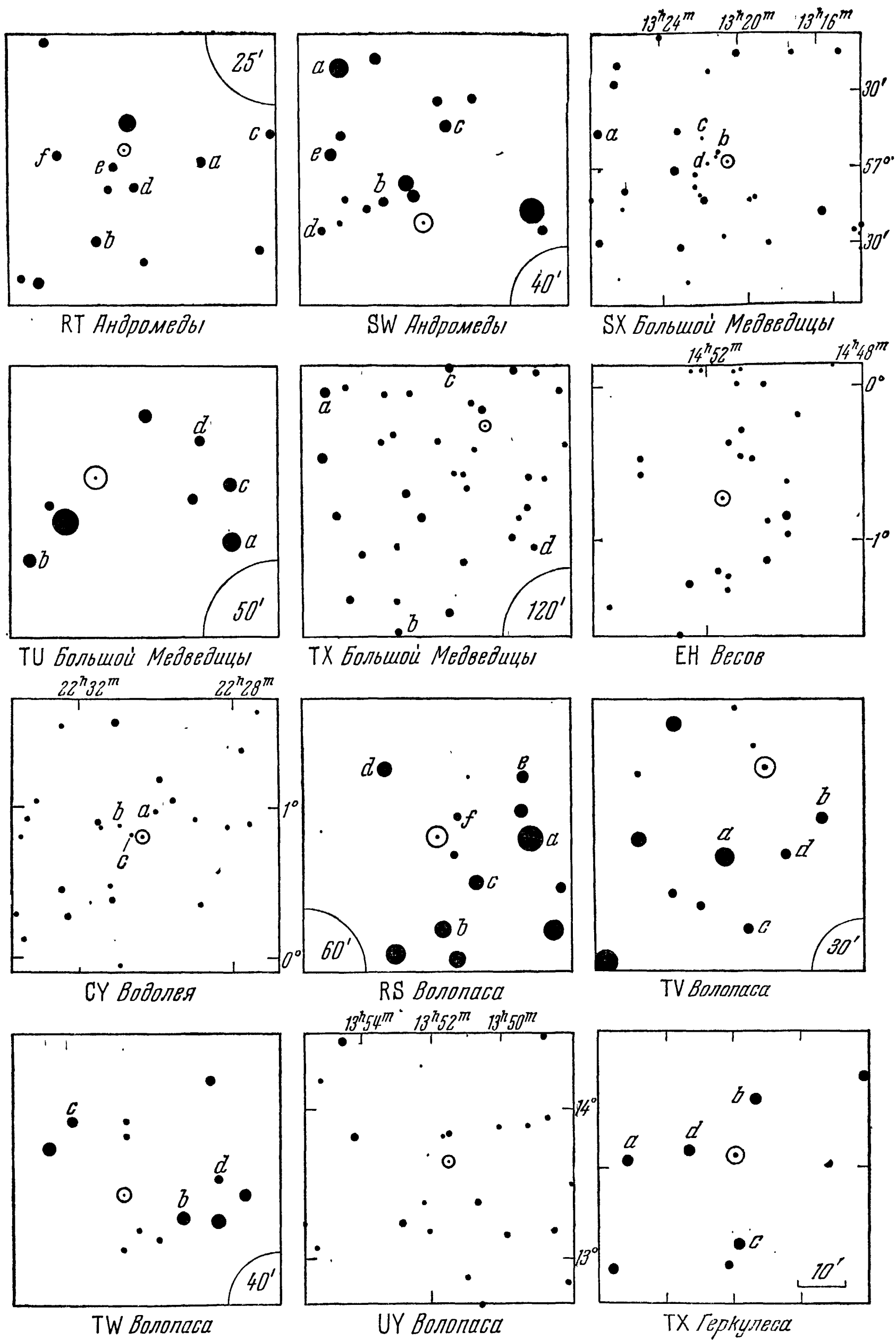
Список короткопериодических цефеид (RR) и затменных переменных (E), рекомен-

Звезда	Сокращенное обозначение и тип	Амплитуда	Координаты 1950, 0	
			α	δ
		m m	h m	
RT Андромеды	RT And	EA 9,34—10,24 <i>ph</i>	23 08,9	+52°45'
SW Андромеды	SW And	RR 9,34—10,76 <i>B</i>	0 21,1	+29 07
SX Б. Медведицы	SX UMa	RR 10,62—11,16 <i>V</i>	13 24,3	+56 31
TU Б. Медведицы	TU UMa	RR 9,28—10,24 <i>V</i>	11 27,2	+30 21
TX Б. Медведицы	TX UMa	EA 7,06—8,76 <i>V</i>	10 42,4	+45 50
EH Весов	EH Lib	RR 9,48—10,01 <i>V</i>	14 56,4	—0 45
CY Водолея	CY Aqr	RR 10,62—11,50 <i>B</i>	22 35,2	+1 16
RS Волопаса	RS Boo	RR 9,77—11,27 <i>B</i>	14 31,4	+31 58
TV Волопаса	TV Boo	RR 10,84—11,54 <i>B</i>	14 14,6	+42 36
TW Волопаса	TW Boo	RR 10,75—12,08 <i>B</i>	14 43,2	+41 14
UY Волопаса	UY Boo	RR 10,6—12,0 <i>ph</i>	13 56,3	+13 12
TX Геркулеса	TX Her	EA 8,33—9,08 <i>ph</i>	17 17,0	+41 56
UX Геркулеса	UX Her	EA 9,05—10,21 <i>V</i>	17 51,9	+16 57
VX Геркулеса	VX Her	RR 9,89—11,20 <i>V</i>	16 28,5	+18 28
AK Геркулеса	AK Her	EW 8,83—9,32 <i>B</i>	17 11,7	+16 24
Z Гончих Псов	Z CVn	RR 11,0—12,0 <i>ph</i>	12 47,6	+44 03
RS Гончих Псов	RS CVn	EA 8,4—9,92 <i>ph</i>	13 08,3	+36 12
RZ Дракона	RZ Dra	EB 10,0—10,9 <i>ph</i>	18 22,4	+58 53
SX Дракона	SX Dra	EA 9,8—11,6 <i>v</i>	18 03,8	+58 24
XZ Дракона	XZ Dra	RR 9,59—10,64 <i>V</i>	19 09,4	+64 46
SW Змееносца	SW Oph	EA 10,6—11,7 <i>ph</i>	16 13,8	—06 51
V 451 Змееносца	V 451 Oph	EA 7,86—8,46 <i>ph</i>	18 26,9	+10 52
VY Змеи	VY Ser	RR 9,99—10,90 <i>B</i>	15 28,5	+01 51
TV Кассиопеи	TV Cas	EA 7,3—8,39 <i>ph</i>	00 16,6	+58 52
RR Кита	RR Cet	RR 9,33—10,33 <i>ph</i>	01 29,6	+01 15
XZ Лебедя	XZ Cyg	RR 9,12—10,53 <i>B</i>	19 31,4	+56 16
CV Лебедя	CV Cyg	EW 10,80—11,40 <i>V</i>	19 52,5	+37 55
V 477 Лебедя	V 477 Cyg	EA 8,3—9,18 <i>ph</i>	20 03,5	+31 50
RR Лиры	RR Lyr	RR 7,20—8,57 <i>B</i>	19 23,9	+42 41
Z Лисички	Z Vul	EA 7,38—9,20 <i>B</i>	19 19,6	+25 29
UV Льва	UV Leo	EA 9,50—10,18 <i>B</i>	10 35,7	+14 32
W М. Медведицы	W UMi	EA 8,7—9,8 <i>ph</i>	16 21,2	+86 19
X Овна	X Ari	RR 9,25—10,48 <i>B</i>	03 05,8	+10 16
SS Овна	SS Ari	E 10—11 <i>ph</i>	02 01,4	+23 46
KO Орла	KO Aql	EA 8,3—9,3 <i>ph</i>	18 44,8	+10 43
V 822 Орла	V 822 Aql	EA 6,7—7,1 <i>ph</i>	19 28,7	—02 13
U Пегаса	U Peg	EW 9,7—10,31 <i>ph</i>	23 55,4	+15 40
AT Пегаса	AT Peg	EA 9,5—10,34 <i>V</i>	22 10,9	+08 11
RT Персея	RT Per	EA 10,6—12,0 <i>v</i>	03 20,2	+46 24
RY Персея	RY Per	EA 8,5—10,7 <i>ph</i>	02 42,3	+47 56
AR Персея	AR Per	RR 9,93—10,80 <i>V</i>	04 13,6	+47 17
Y Рыб	Y Psc	EA 9,0—12,0 <i>v</i>	23 31,9	+07 39
SZ Рыб	SZ Psc	EA 8,02—8,69 <i>B</i>	23 10,8	+02 24
U Северной Короны	U CrB	EA 7,04—8,35 <i>ph</i>	15 16,1	+31 50
T Секстанта	T Sex	RR 10,03—10,61 <i>B</i>	09 50,9	+02 18
U Стрелы	U Sge	EA 6,31—9,92 <i>ph</i>	19 16,6	+19 31
RW Тельца	RW Tau	EA 8,03—12,52 <i>B</i>	03 00,8	+27 59
U Цефея	U Cep	EA 6,63—9,79 <i>ph</i>	00 57,8	+81 36
SU Цефея	SU Cep	EB 10,0—11,0 <i>ph</i>	21 45,1	+57 04
RT Ящерицы	RT Lac	EB 10,0—10,8 <i>ph</i>	21 59,5	+43 39
SW Ящерицы	SW Lac	EW 10,2—11,23 <i>ph</i>	22 51,4	+37 40
AR Ящерицы	AR Lac	EA 6,87—7,69 <i>ph</i>	22 06,6	+45 30
CM Ящерицы	CM Lac	EA 8,53—9,57 <i>B</i>	21 58,0	+44 19

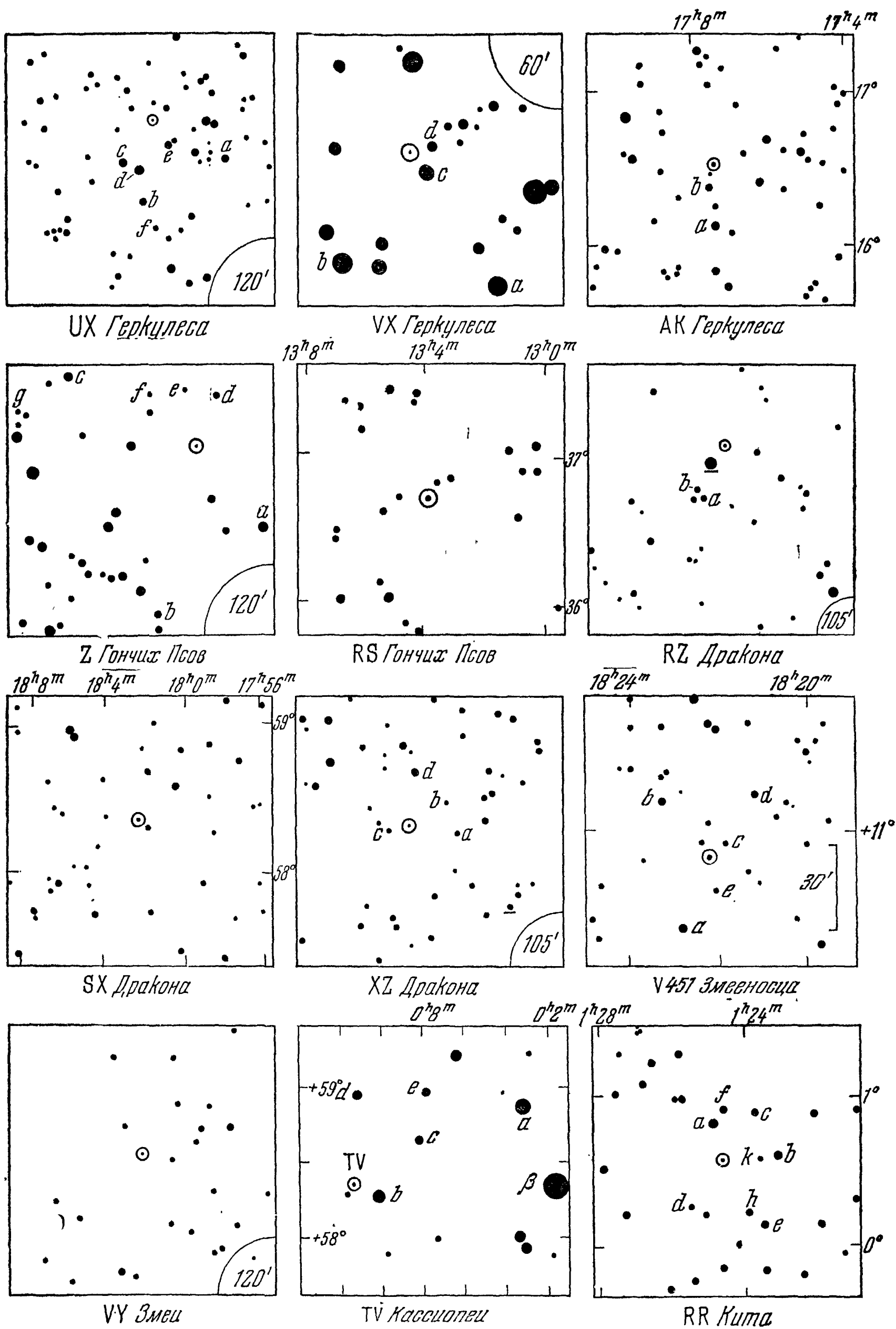
Для U Sge: $h-9^m,57$, $k-10^m,16$; для RW Tau: $h-10^m,97$, $k-11^m,18$, $l-11^m,66$,

Световые элементы		Звезды сравнения						
эпоха	период	a	b	c	d	e	f	g
24	d	m	m	m	m	m	m	
33282,7758	+0,62893098.E	8,55	8,98	9,27	9,65	10,01	10,20	—
18132,7913	+0,44227922.E	8,21	8,80	9,32	10,18	11,17	—	—
38508,755	+0,3071529 .E	10,23	11,02	11,20	11,45	—	—	—
38510,756	+0,557659 .E	9,28	10,15	10,88	—	—	—	—
39193,310	+3,063243 .E	7,07	7,62	7,92	9,12	—	—	—
33438,6090	+0,08841322.E	8,76	9,18	9,50	10,12	10,39	—	—
39053,6156	+0,06103835.E	10,42	10,95	11,66	—	—	—	—
28972,6633	+0,3773369 .E	9,07	9,93	10,59	11,25	11,38	11,57	—
24609,521	+0,3125590 .E	9,24	10,04	10,30	11,35	—	—	—
26891,268	+0,53227315.E	—	9,98	10,42	11,02	—	—	—
36734,455	+0,6508446 .E	—	—	—	—	—	—	—
30325,202	+2,059810 .E	8,04	8,65	9,26	—	—	—	—
19876,4782	+1,5488563 .E	7,67	7,77	8,52	9,01	9,24	9,50	—
21750,4827	+0,45537282.E	8,98	9,82	10,79	11,99	—	—	—
36757,6601	+0,42152502.E	8,83	9,28	—	—	—	—	—
39172,602	+0,6537975 .E	7,90	8,46	8,92	9,42	10,17	10,95	11,16
33016,819	+4,797871 .E	8,10	8,56	8,80	9,05	9,32	9,51	9,88
29448,787	+0,55087668.E	9,73	10,53	—	—	—	—	—
32273,276	+5,1692 .E	10,22	10,71	10,75	10,90	11,31	11,53	—
27985,648	+0,4764944 .E	8,82	9,38	9,99	10,32	—	—	—
36369,493	+2,446030 .E	9,05	9,38	9,70	10,34	10,65	11,12	—
34165,4900	+2,1965962 .E	6,80	7,41	8,22	8,70	9,72	—	—
31225,341	+0,71409384.E	8,81	9,06	9,69	9,93	10,05	10,50	11,01
20117,7446	+1,81261036.E	6,57	7,46	7,79	7,95	8,23	—	—
17501,4421	+0,5530253 .E	8,06	8,82	9,23	9,49	9,76	10,02	—
36933,981	+0,466579 .E	8,65	9,15	9,56	9,68	9,89	10,10	10,41
24454,4160	+0,9834308 .E	10,36	10,70	11,12	11,38	—	—	—
32846,244	+2,3469977 .E	7,70	8,46	8,90	9,30	—	—	—
38241,460	+0,5668054 .E	6,78	6,94	7,50	7,80	8,39	8,59	8,98
25456,117	+2,454926 .E	6,01	7,03	7,17	7,35	8,48	9,28	—
38440,7275	+0,6000855 .E	7,64	8,24	9,25	9,44	10,23	—	—
33457,761	+1,7011576 .E	8,79	9,88	—	—	—	—	—
37583,568	+0,651139 .E	7,32	7,72	8,07	8,50	10,16	10,68	—
30948,318	+0,4059897 .E	—	—	—	—	—	—	—
33888,366	+2,863954 .E	7,33	7,97	8,13	8,56	8,75	9,50	9,96
29779,30	+2,6477 .E	—	—	—	—	—	—	—
36511,6688	+0,37478192.E	9,82	10,81	—	—	—	—	—
37497,5211	+1,146105 .E	7,96	9,16	9,88	—	—	—	—
33188,335	+0,84940710.E	8,81	10,51	11,00	11,41	12,09	12,40	12,93
27070,708	+6,8635663 .E	8,15	8,51	9,02	—	9,66	10,5	—
38729,726	+0,4255494 .E	9,79	10,25	10,88	11,61	—	—	—
35030,681	+3,765766 .E	9,16	9,78	10,12	10,35	10,70	11,29	11,30
36114,565	+3,96637 .E	8,00	9,13	9,67	10,27	—	—	—
16747,964	+3,45220416.E	6,80	7,88	8,44	9,08	—	—	—
38483,707	+0,324698 .E	9,49	9,99	10,45	—	—	—	—
29111,3228	+3,3806184 .E	5,96	6,30	7,00	7,78	8,12	8,52	9,45
34423,3596	+2,7688463 .E	7,12	7,82	8,34	9,22	9,38	10,09	10,35
38291,502	+2,493041 .E	6,38	6,73	7,20	7,80	8,41	9,12	9,54
29550,675	+0,9014011 .E	8,96	9,25	9,88	10,34	10,79	10,95	—
21913,509	+5,074001 .E	8,3	9,1	10,0	—	—	—	—
37572,5723	+0,32072811.E	7,96	8,16	9,17	9,46	—	—	—
26624,378	+1,983216 .E	6,08	6,32	6,67	7,12	7,83	—	—
27026,316	+1,6046916 .E	7,65	7,85	8,31	8,51	8,61	9,01	9,03

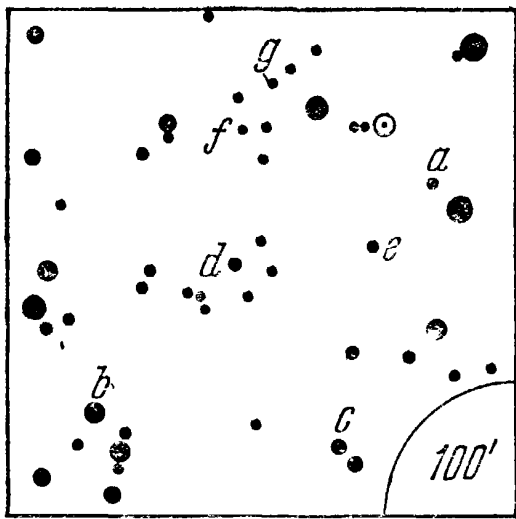
m—12^m,40; для U Сер: h—10^m,16; для CM Лас: h—9^m,19, k—9^m,47; полужирн. — фотогр.



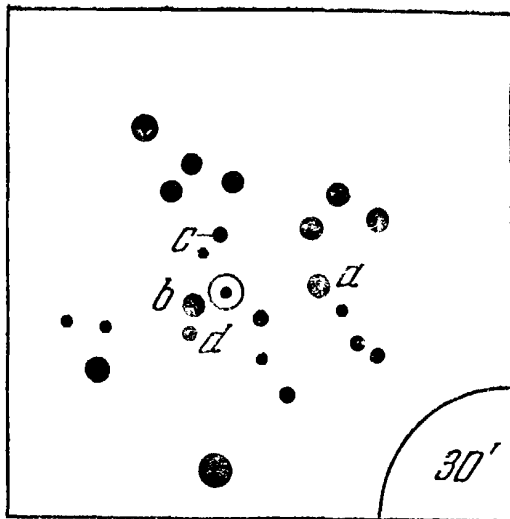
К табл. 57. Карты окрестностей переменных звезд. Север вверх.



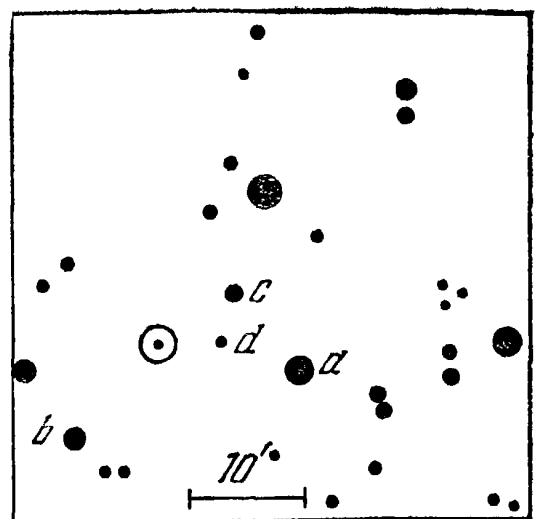
К табл. 57. Карты окрестностей переменных звезд. Север вверх.



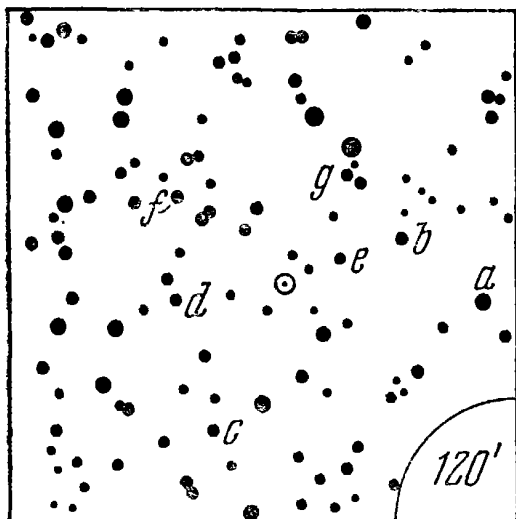
XZ Лебедя



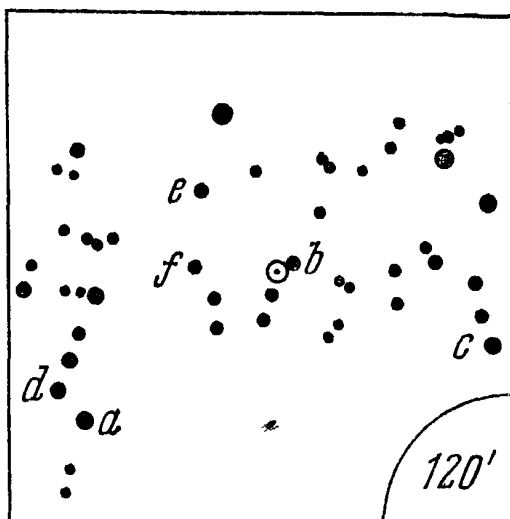
CV Лебедя



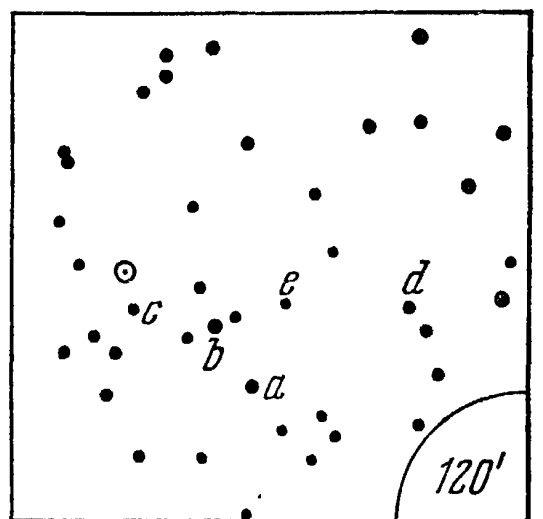
V 477 Лебедя



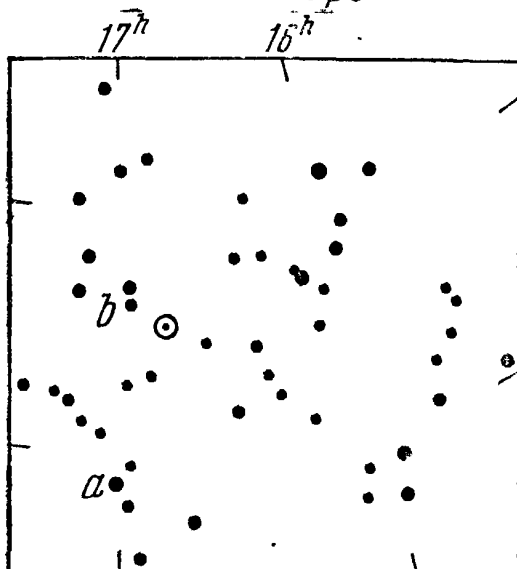
RR Лирь



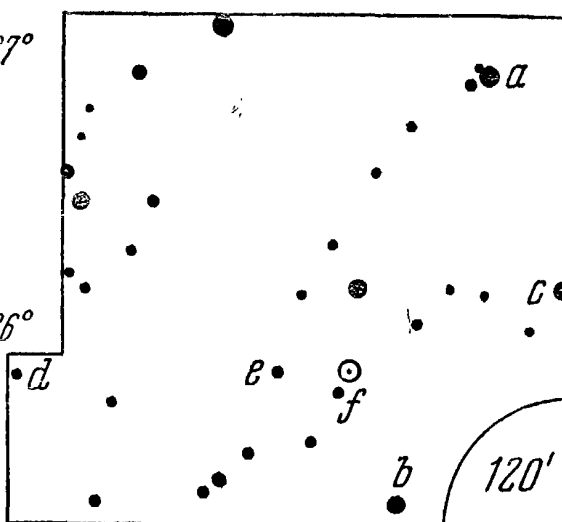
Z Лисички



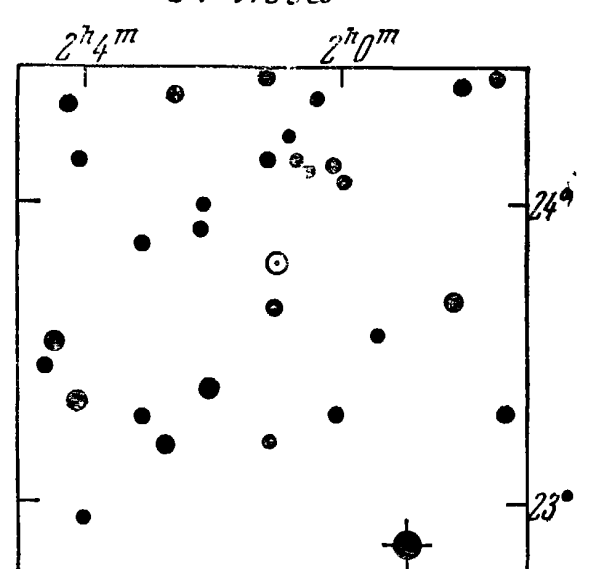
UV Лбвз



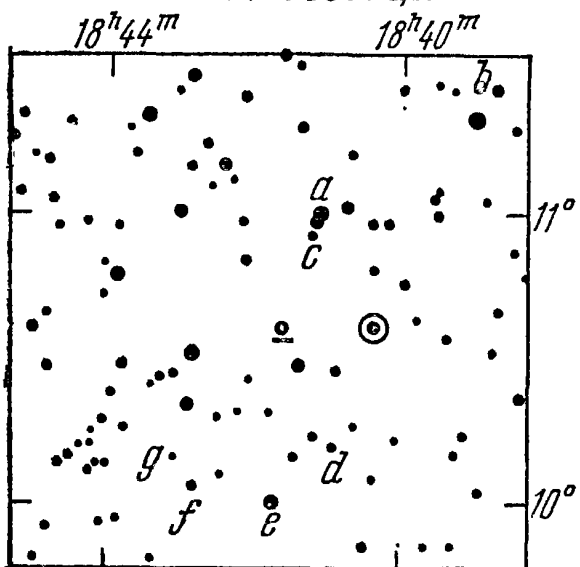
W Малой Медведицы



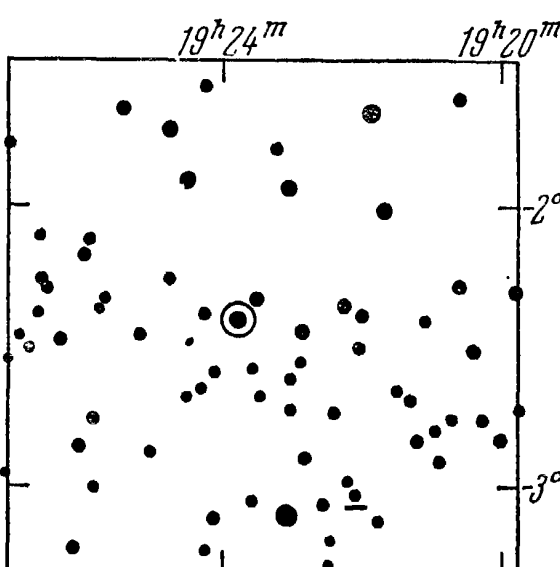
X Овна



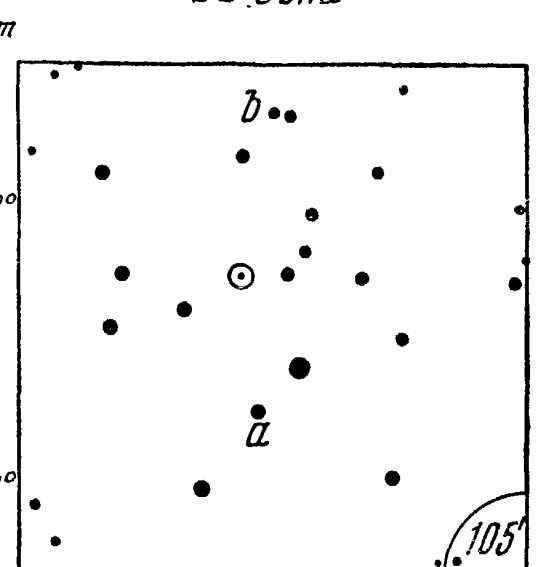
SS Овна



KO Орла

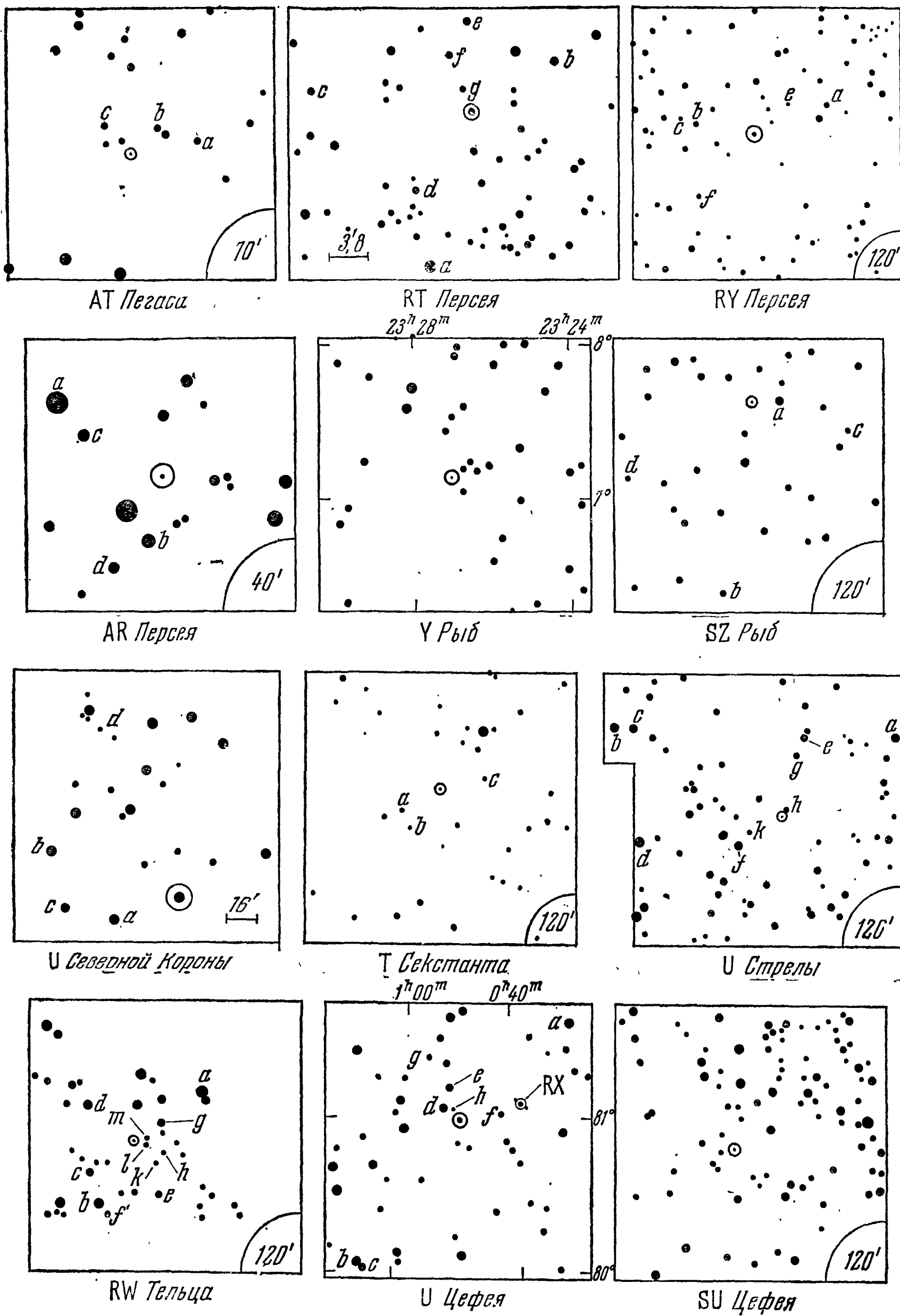


V 822 Орла

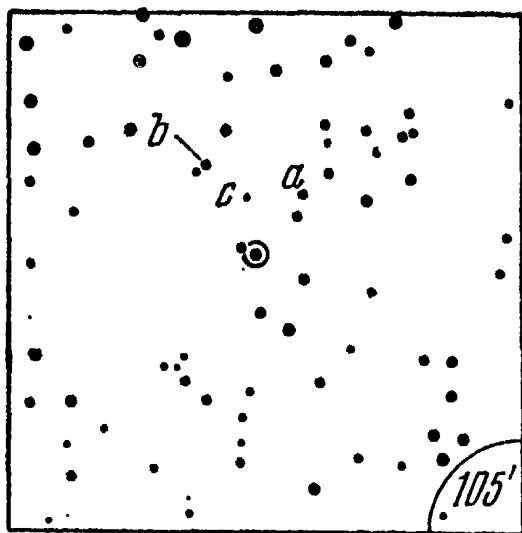


U Пегаса

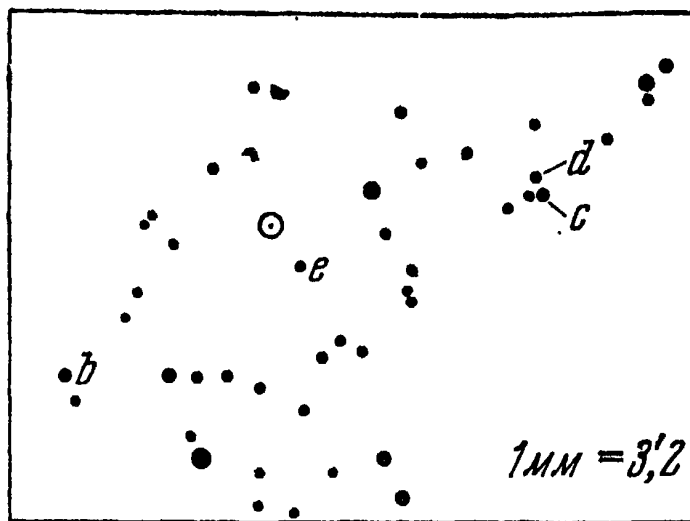
К табл 57. Карты окрестностей переменных звезд. Север вверху.



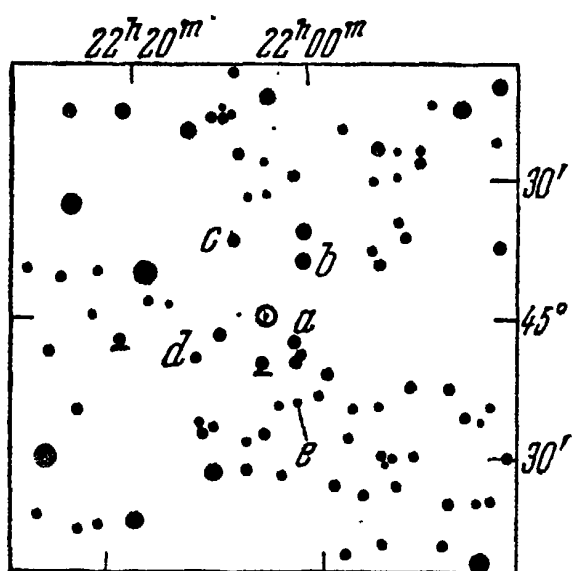
К табл 57. Карты окрестностей переменных звезд. Север вверху.



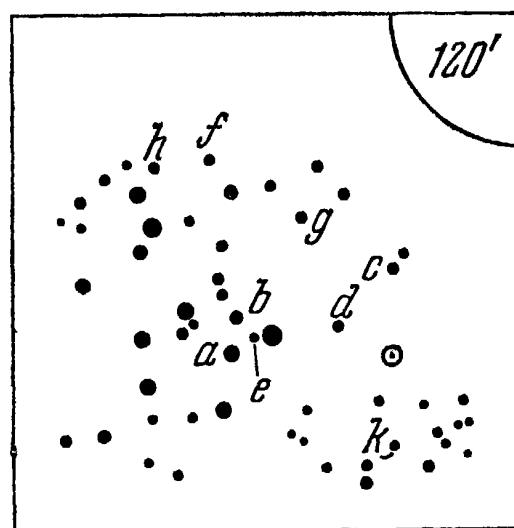
RT Ящерицы



SW Ящерицы



AR Ящерицы



CM Ящерицы

К табл. 57. Карты окрестностей переменных звезд. Север вверху.

ТАБЛИЦА 58А

Список некоторых ярких переменных звезд разных типов

В таблице даны: название переменной, координаты 1950 г., звездные величины в максимуме и в минимуме блеска в системе V, B, v (визуальной) или ph (фотографической), начальная эпоха и период (т. е. световые элементы). Для полуправильных и неправильных переменных указан средний период и спектральный класс. Звездочкой отмечены те переменные, наблюдения которых особенно желательны. В примечаниях даны дополнительные сведения.

Список и карты окрестностей звезд типа U Близнецов и вспыхивающих переменных (для некоторых — величины звезд сравнения) составлены Н. Е. Курочкиным.

Звезда	α_{1950}	δ_{1950}	Звездная величина	Световые элементы
1. Цефеиды (даны начальные эпохи максимума блеска)				
V 572 Aql	^h 20 ^m 00,0	+00°34'	^m 11—11,5 ph	24 36789,74 + 3,778·E
η Aql ¹⁾	19 49,9	+00 53	4,1—5,4 B	32926,749 + 7,176641·E
RT Aur	06 25,4	+30 32	5,5—6,6 B	20957,466 + 3,728261·E
RU Cam ²⁾	07 16,3	+69 56	9,3—10,4 V	37356,9 + 22,055·E
SU Cas	02 47,5	+68 41	6,4—7,0 B	37645,789 + 1,949298·E
SZ Cas*	02 23,5	+59 14	10,9—11,6 B	36810,92 + 13,6274·E
DL Cas*	00 27,2	+59 57	9,7—10,6 B	36819,66 + 8,00027·E
CR Cep	22 44,4	+59 11	10,8—11,4 B	38373,272 + 6,23260·E
δ Cep	22 27,3	+58 10	3,9—5,1 B	27628,86 + 5,366341·E
X Cyg ³⁾	20 41,4	+35 24	6,6—8,4 B	25739,90 + 16,3866·E
SU Cyg ⁴⁾	19 42,8	+29 09	6,9—8,0 B	33095,911 + 3,845678·E
DT Cyg ⁴⁾	21 04,4	+30 59	6,1—6,6 B	24305,124 + 2,49934·E
W Gem*	06 32,1	+15 22	6,6—7,4 V	37627,34 + 7,91413·E
ζ Gem ⁵⁾	07 01,1	+20 39	3,7—4,2 V	34416,78 + 10,15082·E
T Mon ⁶⁾	06 22,5	+07 07	5,6—6,6 V	32245,36 + 27,0205·E
AU Peg	21 21,7	+18 04	9,0—9,4 V	28729,76 + 2,39787·E
S Sge*	19 53,7	+16 30	5,8—7,0 B	35688,25 + 8,382173·E
Y Sgr	18 18,4	—18 53	6,0—7,1 B	35364,22 + 5,77335·E
SZ Tau*	04 34,3	+18 27	7,1—7,7 B	37626,21 + 3,14887·E
T Vul	20 49,3	+28 04	5,4—6,1 V	37939,60 + 4,435578·E
SV Vul	19 49,5	+27 19	6,7—7,7 V	38268,9 + 45,035·E
2. Долгопериодические переменные (даты максимума блеска)				
R Aqr ⁷⁾	23 41,2	—15 34	5,8—11,5 v	34656 + 386,92·E
T Cep ⁸⁾	21 08,9	+68 17	5,4—11,0 v	39492 + 387,79·E
σ Cet* ⁹⁾	02 16,8	—03 12	2,0—10,1 v	38457 + 331,65·E
χ Cyg* ¹⁰⁾	19 48,6	+32 47	3,3—14,2 v	38037 + 406,84·E
R Hya*	13 27,0	—23 01	3—11 v	37743 + 388,0·E
R Leo	09 44,9	+11 40	4,4—11,3 v	37339 + 312,57·E
3. Затменные переменные (дата минимума блеска)				
WW Aur	06 29,2	+32 30	5,7—6,4 ph	32945,53930 + 2,52501922·E
AR Aur ¹¹⁾	05 15,0	+33 43	5,8—6,5 ph	26742,434 + 4,13466057·E
RZ Cas	02 44,4	+69 26	6,4—7,9 ph	37143,9886 + 1,1952472·E

Звезда	α_{1950}	δ_{1950}	Звездная величина	Световые элементы
	^h ^m		^m ^m	²⁴
TV Cas	00 16,6	+58°52'	7,3—8,4 <i>ph</i>	20117,7446 + 1,81261036 · <i>E</i>
U Cep ¹²⁾	00 57,8	+81 36	6,6—9,8 <i>ph</i>	38291,502 + 2,493041 · <i>E</i>
U CrB	15 16,1	+31 50	7,0—8,4 <i>ph</i>	16747,964 + 3,45220416 · <i>E</i>
Y Cyg *	20 50,1	+34 28	7,2—7,8 <i>ph</i>	09534,3195 + 2,9963331 · <i>E</i>
V 367 Cyg* ¹³⁾	20 46,1	+39 06	7,4—8,0 <i>B</i>	34266,296 + 18,5972 · <i>E</i>
V 477 Cyg	20 03,5	+31 50	8,3—9,2 <i>ph</i>	32846,244 + 2,3469977 · <i>E</i>
W Del	20 35,4	+18 06	9,7—12,7 <i>ph</i>	18048,6187 + 4,80604313 · <i>E</i>
TX Her ¹⁴⁾	17 17,0	+41 56	8,3—9,1 <i>ph</i>	30325,202 + 2,059810 · <i>E</i>
δ Lib	14 58,3	—08 19	4,9—6,0 <i>B</i>	22852,3598 + 2,32735297 · <i>E</i>
β Lyr ¹⁵⁾	18 48,2	+33 18	3,3—4,2 <i>V</i>	98590,514 + 12,9081434 · <i>E</i>
U Oph*	17 14,0	+01 16	5,9—6,6 <i>V</i>	08279,641 + 1,6773460 · <i>E</i>
V 451 Oph ¹⁶⁾	18 26,9	+10 52	7,9—8,5 <i>ph</i>	34165,4900 + 2,1965962 · <i>E</i>
β Per*	03 04,9	+40 46	2,1—3,4 <i>V</i>	39479,647 + 2,86739 · <i>E</i>

4. Полуправильные и неправильные переменные

Звезда	α_{1950}	δ_{1950}	Звездная величина	Эпоха	Средн. период	Спектр
UU Aur ¹⁷⁾	06 33,1	+38 29	8,2—10,0 <i>ph</i>		235 ^d :	N3 (C5,4)
AE Aur ¹⁸⁾	05 13,0	+34 15	5,4—6,1 <i>v</i>		неправильная	O9,5V
W CMa*	07 05,7	—11 51	8,7—9,7 <i>ph</i>		неправильная	N
Y CVn ¹⁹⁾	12 42,8	+45 43	5,2—6,6 <i>v</i>		158,0	N3 (C5,4)
μ Cep ²⁰⁾	21 42,0	+58 33	3,6—5,1 <i>v</i>		неправильная	M2eIa
W Cyg ²¹⁾	21 34,2	+45 09	6,8—8,9 <i>ph</i>	2430684	130,85	M4e — M6
AF Cyg ²²⁾	19 28,7	+46 03	7,4—9,4 <i>ph</i>	—	94,1	M5e
U Del ²³⁾	20 43,2	+17 54	5,6—7,5 <i>v</i>		~110	M5II — III
RY Dra	12 54,5	+66 16	9,4—11,4 <i>ph</i>		172,5:	C3,4
UX Dra	19 23,4	+76 28	5,9—6,5 <i>V</i>		168	C7,3
Z Eri ²⁴⁾	02 45,5	—12 40	7,0—8,6 <i>ph</i>		80	M4III
BU Gem	06 09,3	+22 55	6,1—7,5 <i>v</i>		неправильная	M1Ia
X Her ²⁵⁾	16 01,0	+47 23	7,5—8,6 <i>ph</i>		95,0	M6e
α Her ²⁶⁾	17 12,4	+14 27	3,0—4,0 <i>v</i>		~100	M5II — Ib
g Her	16 27,0	+41 59	5,7—7,2 <i>ph</i>		70 ±	M6III
U Hya	10 35,1	—13 07	7,0—9,2 <i>ph</i>		450 ±	N2 (C7,3)
R Lyr	18 53,8	+43 53	3,9—5,0 <i>v</i>	2435920	46,0	M5III
U Mon ²⁷⁾	07 28,4	—09 40	6,1—8,1 <i>ph</i>	2430347	92,26	F8e Ib — — K0p Ib
α Ori ²⁸⁾	05 52,5	+07 24	0,4—1,3 <i>v</i>	2410600	2070	M2 Iab
TW Peg ²⁹⁾	22 01,7	+28 07	7,0—9,2 <i>v</i>	2430370	956,4	M6 — M7
ρ Per *	03 02,0	+38 39	3,3—4,0 <i>v</i>		±40	M4III

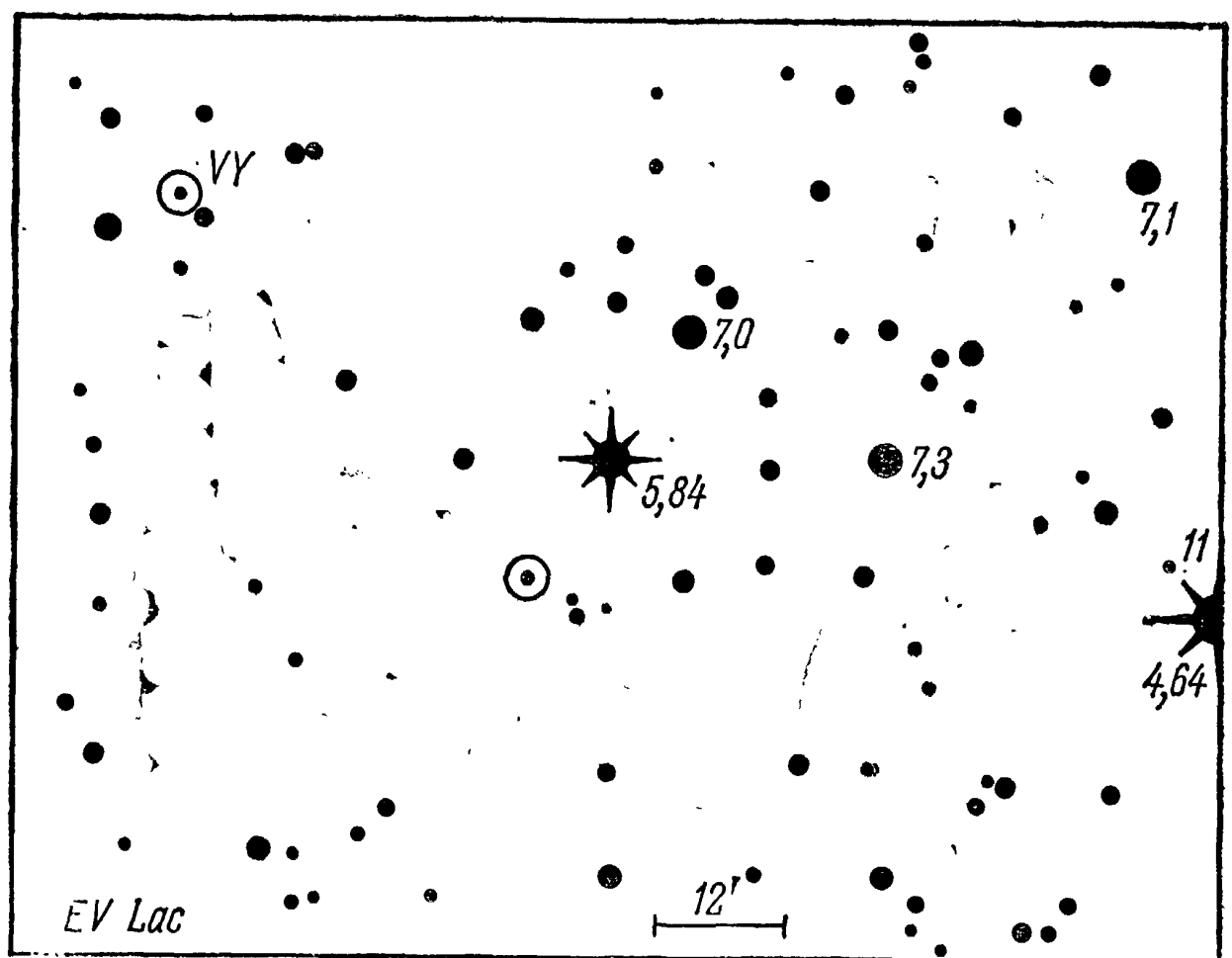
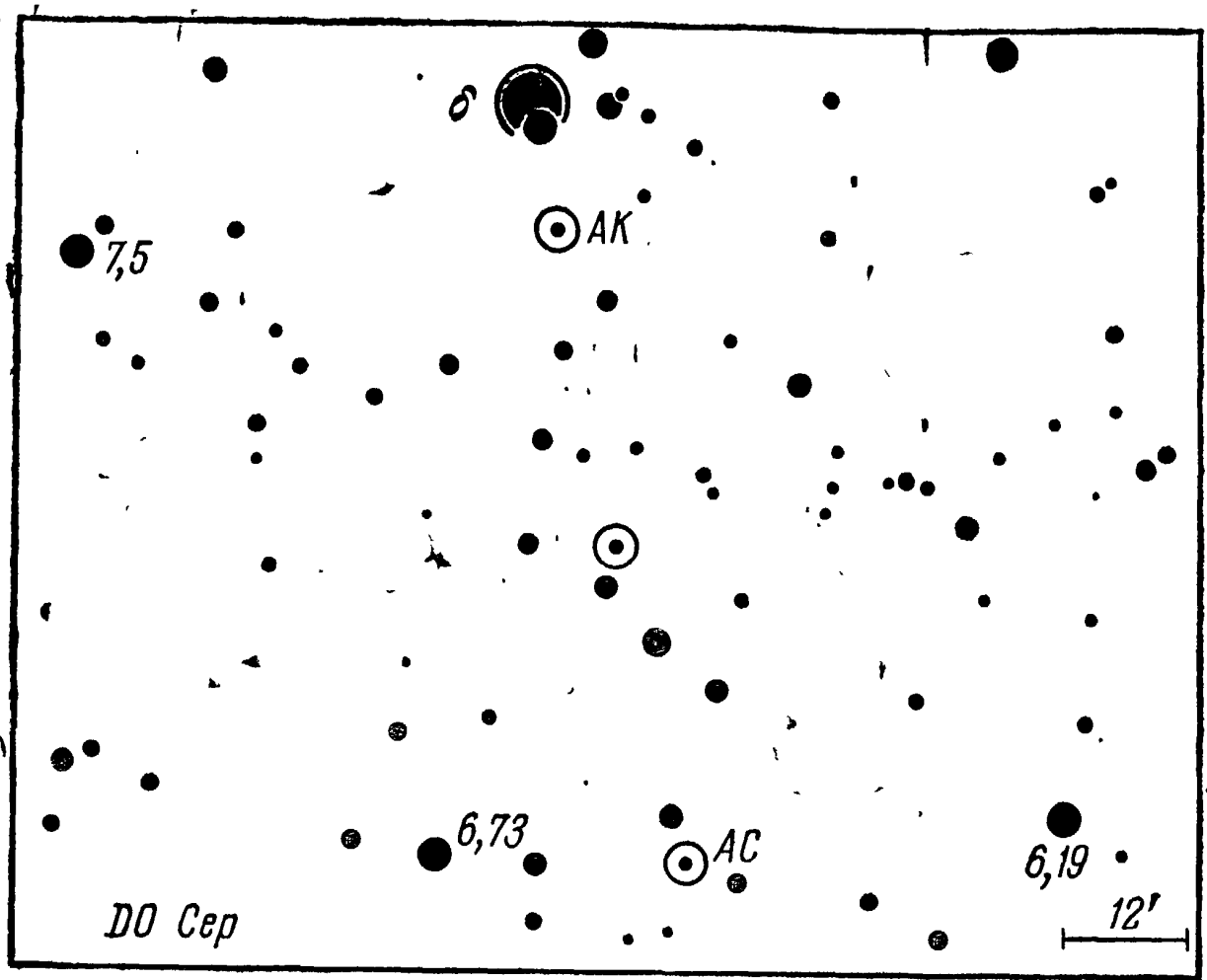
5. Переменные звезды типа U Близнецов

Звезда	α_{1950}	δ_{1950}	Звездная величина	Средний период	Спектр
SS Aur	^h 06 ^m 05,8	+47°46'	^m 10,5— ^m 14,8 <i>v</i>	(558 ^d)	Pec
SS Cyg	21 38,8	+43 08	8,2—12,1 <i>v</i>	(51,6)	A1—dGep
U Gem	07 52,1	+22 08	8,8—14,2 <i>v</i>	(101,8)	sdB5e + dK
V 350 Ori	05 35,5	—09 45	10,4—12,5 <i>ph</i>		A0
RU Peg	22 09,2	+12 12	9,0—13,1 <i>v</i>	65,7	sdBe + G8IVn
SW UMa*	08 33,0	+53 39	10,8—16 <i>ph</i>	(459)	Pec

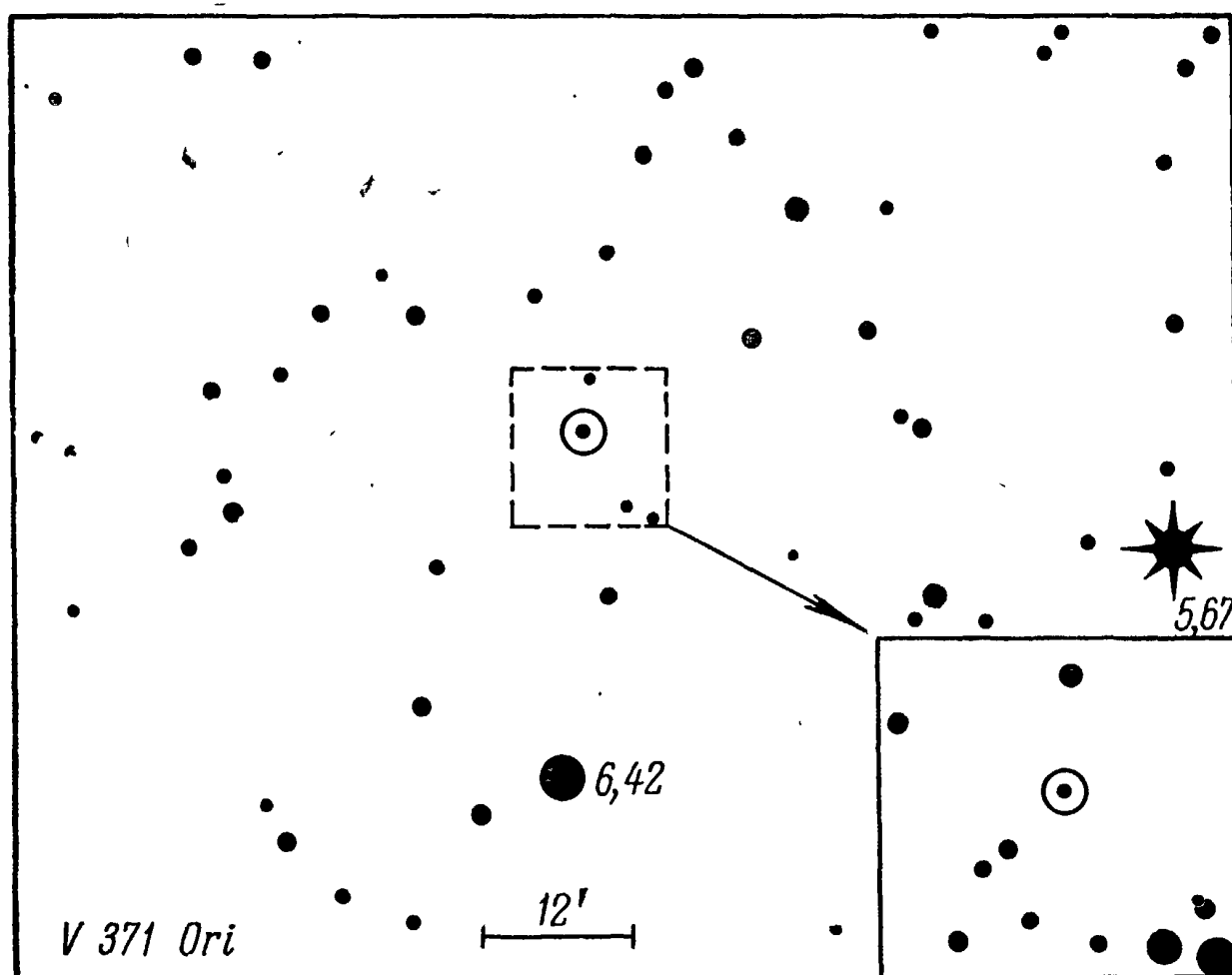
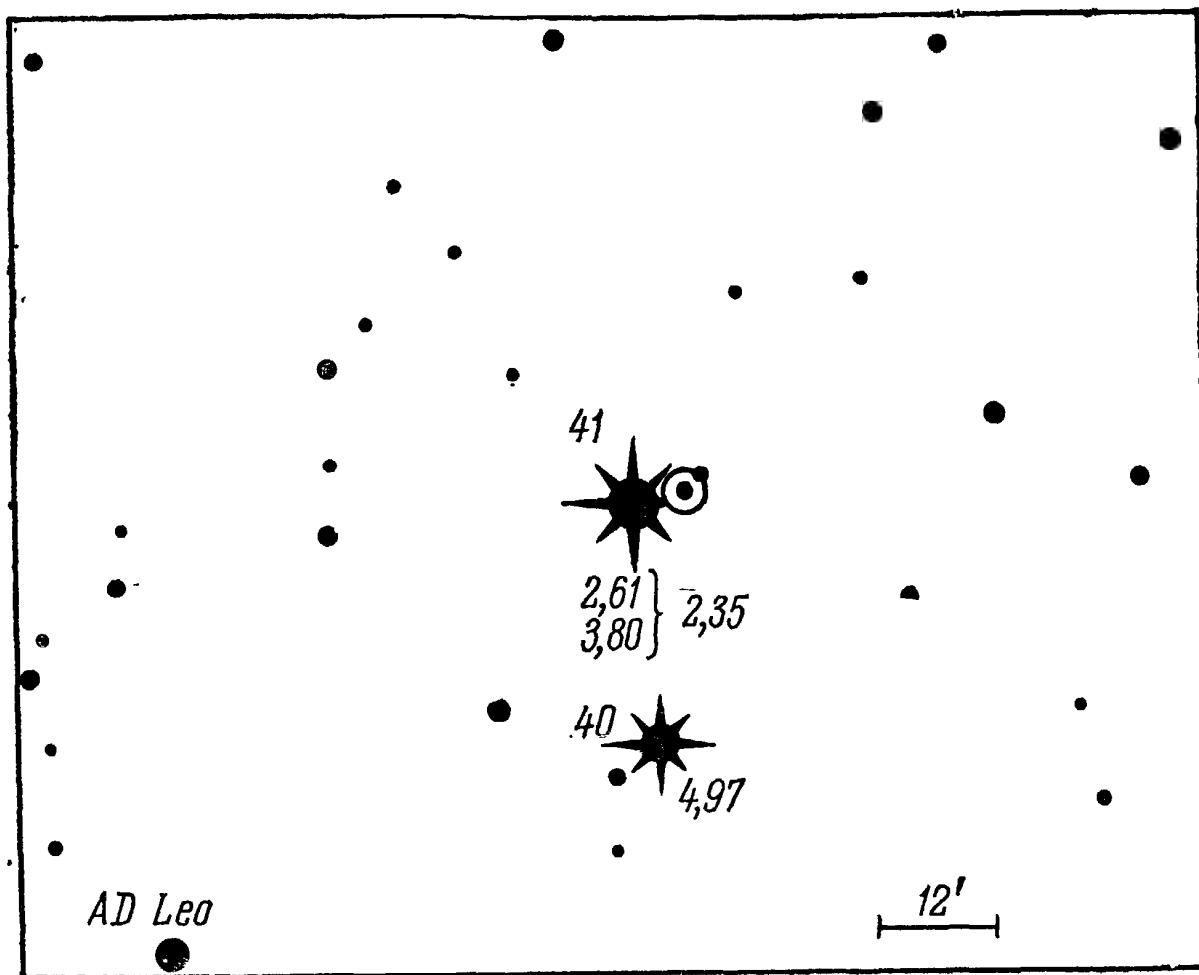
6. Вспыхивающие переменные звезды

Звезда	α_{1950}	δ_{1950}	Звездная величина	Спектр
AE Aqr	20 34,0	—01 14	9,7—11,7 <i>v</i>	K5eIV-V + B
DO Cep* 30)	22 24,4	+57 12	10,3—11,4 <i>v</i>	dM4,5e
UV Cet	01 36,4	—18 13	7—12,9 <i>v</i>	dM5,5e
EV Lac	22 42,5	+43 49	9,5—11,5 <i>ph</i>	dM4,5e
AD Leo	10 14,2	+20 22	9,4—10,9 <i>B</i>	M4,5Ve
V 371 Ori 31)	05 28,6	+01 53	11,0—12,9 <i>ph</i>	dM3e
EQ Peg*	23 26,8	+19 23	9,8—10,2 <i>v</i>	dM4e + dM5,5e

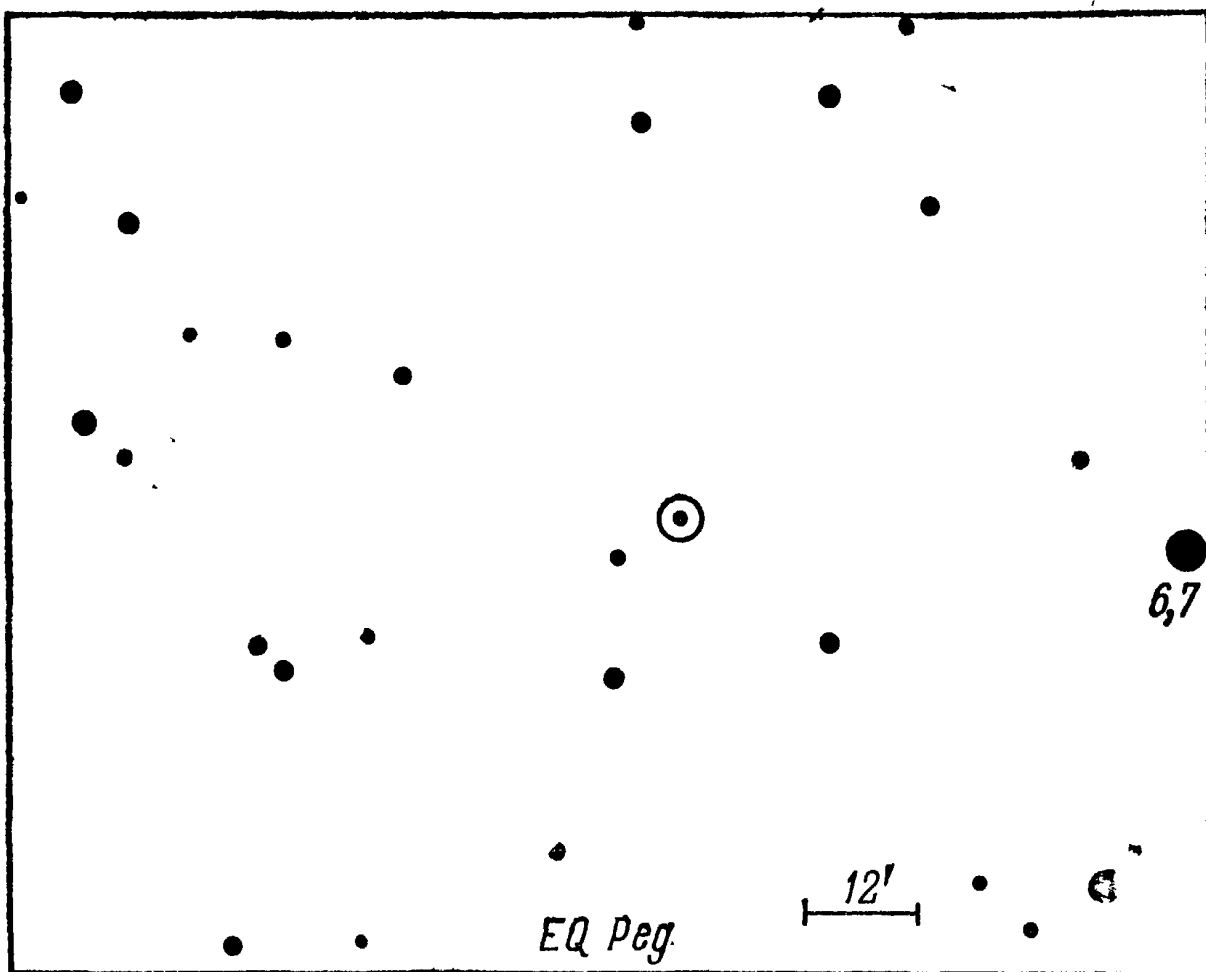
Примечания. 1) На протяжении 170 лет период (*P*) менялся дважды. 2) В 1965 г. колебания почти прекратились и с тех пор амплитуда звезды не превышает 0^m,2. 3) *P* меняется. 4) *P* меняется. 5) *P* меняется. 6) *P* меняется. 7) Средние: максимум 6^m,5, мин. 10^m,3; много неправильностей; комбинированный спектр. 8) Ср. макс. 6^m,0, мин. 10^m,3. 9) Комп. виз. дв. звезды ADS 1778; второй комп.=VZ Cet. 10) Ср. макс 5^m,2, мин. 13^m,4. 11) Минимум II 6^m,4, *d*=0; м. б. вращение линии апсид с периодом в 40 000 *P* при небольшом эксцентриситете, *P* с 1942 г. изменился. 12) Медленное изменение *P*. 13) Мин. II 7^m,8; компоненты м. б. физ. переменные. 14) *P* меняется. 15) Мин. II 3,8; *P* и форма кривой блеска меняются. 16) Движение линии апсид. 17) Ср. зв. велич., возможно, меняется с периодом 3 500^d. 18) Редкий класс белых неправ. перем. звезд. 19) Колебания с большими неправильностями; циклы 250^d, 90^d. 20) Два наклад. периода: 904^d и 730^d и измен. ср. блеска с *P*=13^a,5. 21) Накладывается вторичное колебание с элементами: Макс. 2430573,37 + +119^d,81·*E* 22) Иногда колебание происходит с удвоенным *P*; ср. велич. меняется: макс.=2430200+960^d·*E*. 23) Ср. блеск меняется с *P*~1100^d. 24) Существует второй цикл ~746^d. 25) Ср. велич. меняется с *P*=746^d. 26) ADS 10418 A, сп. 5^m,4, G0 II—III на рассг. 4",7. На медленное колебание блеска с *P*~6^a накладываются колебания с *P*=50—130^d с ампл. от 0^m,3 до 1^m,0. 27) Ср. велич. меняется с *P*=2320^d. 28) Наклад. волны продолж. от неск. недель до неск. месяцев. 29) Небольшие колеб. с *P*~90^d наклад. на основное колебание. 30) ADS 15972A. 31). Во время вспышек спектр Be—Ae.



К табл. 58А. Карты окрестностей переменных DO Cep и EV Lac.



К табл. 58А. Карты окрестностей переменных AD Leo и V 371 Ori.



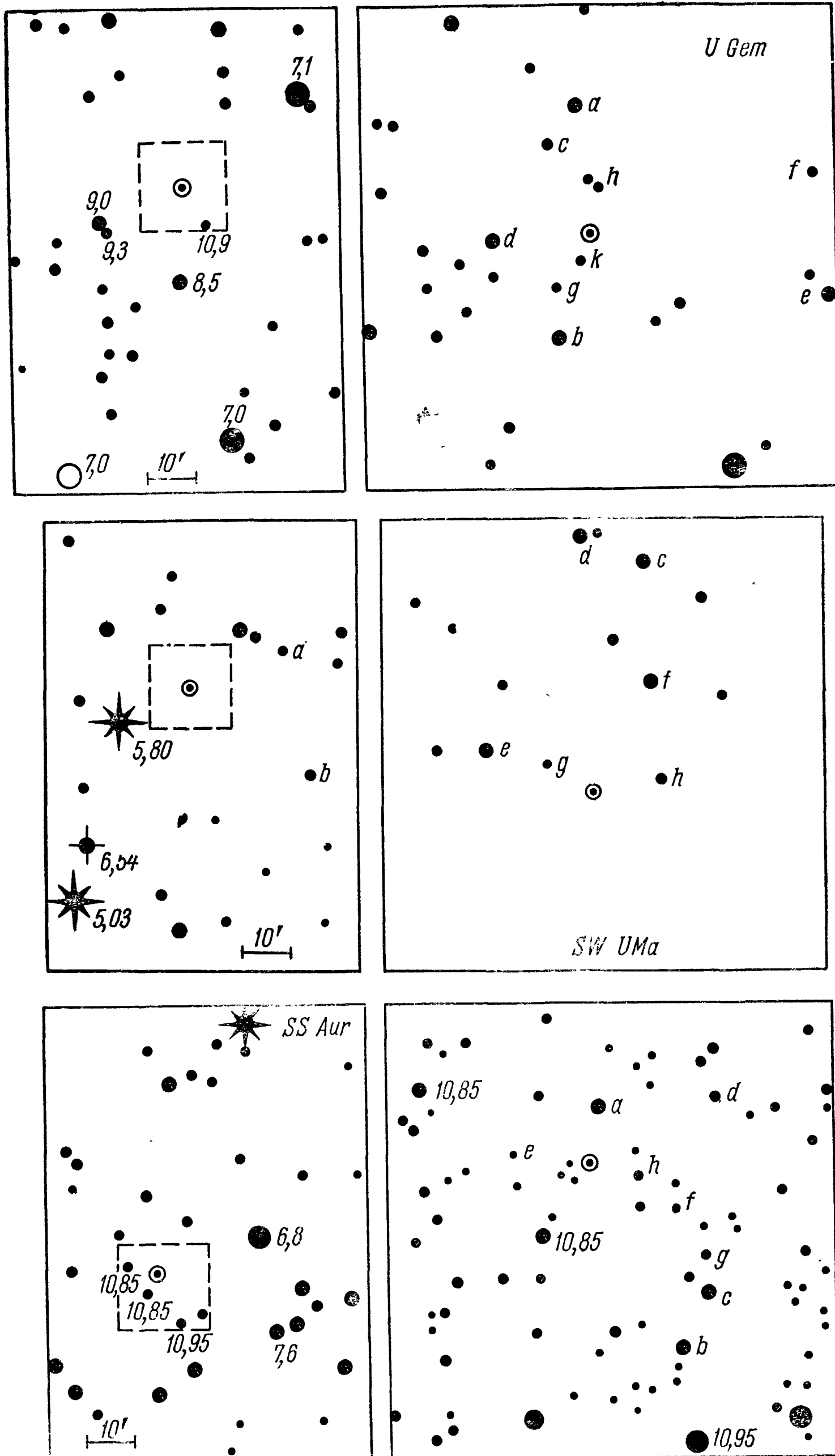
К табл. 58А. Карта окрестностей переменной EQ Peg.

ТАБЛИЦА 58Б

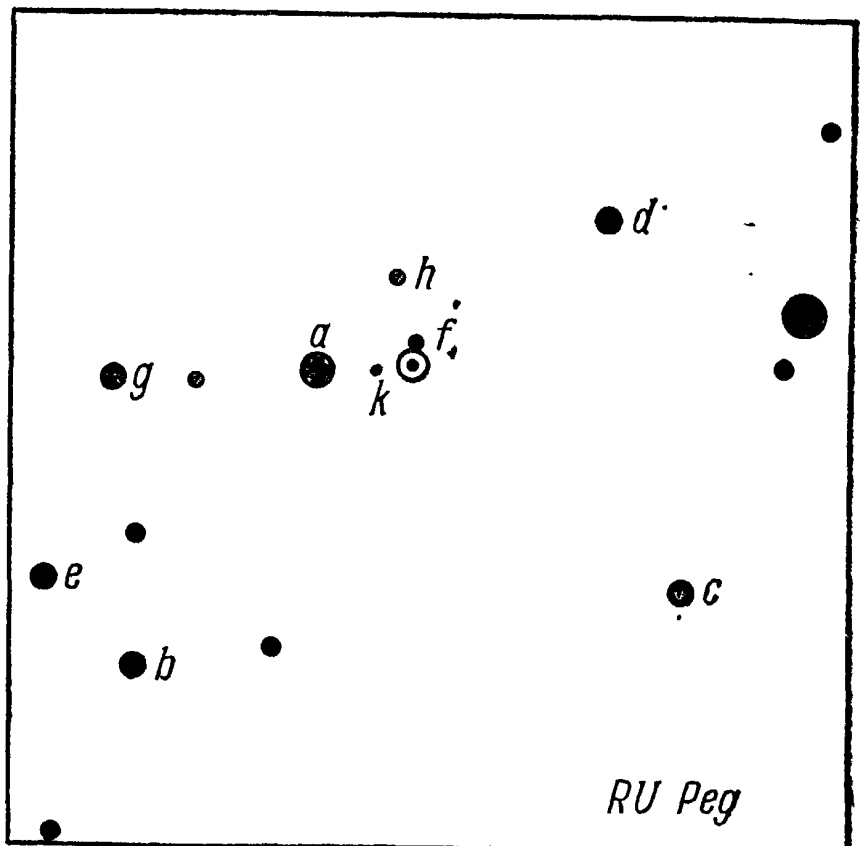
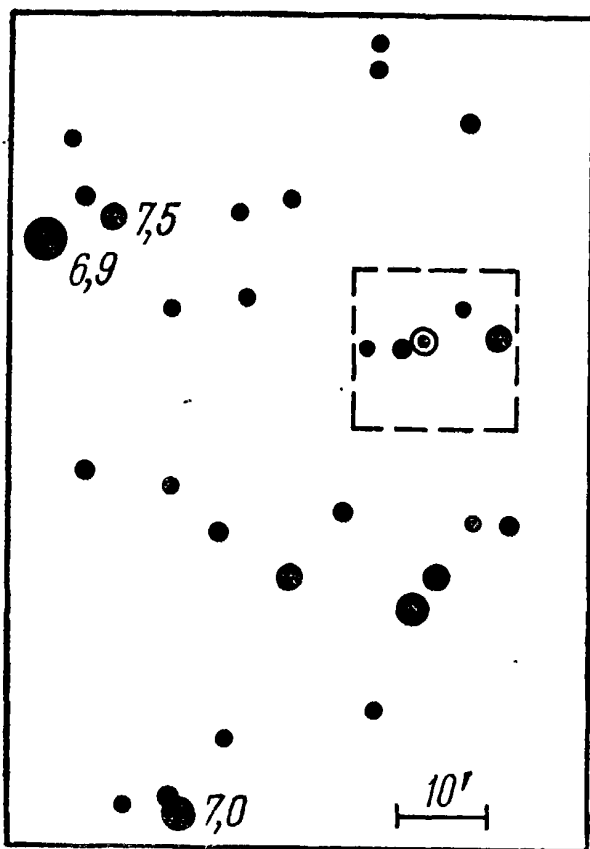
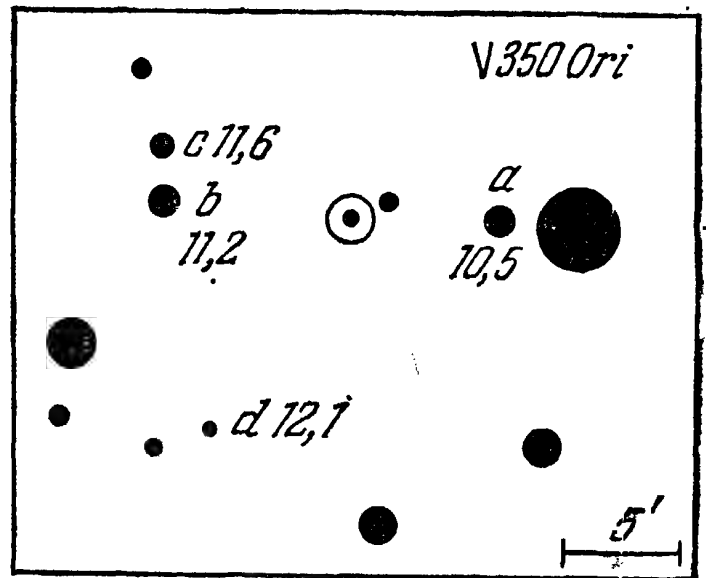
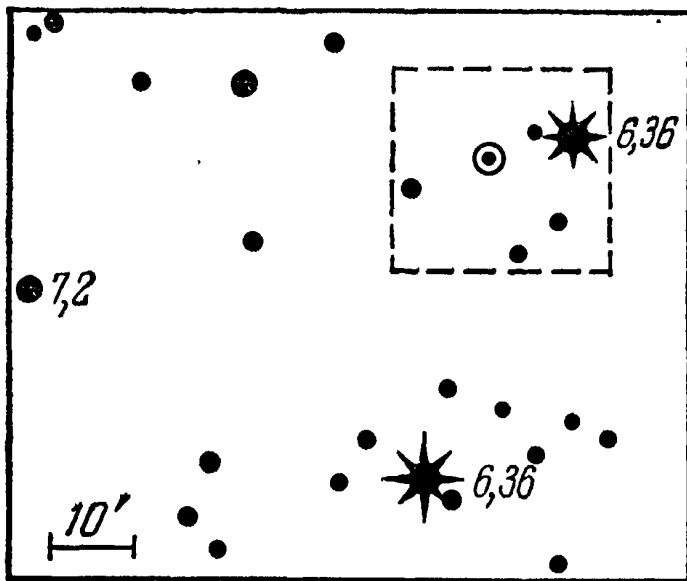
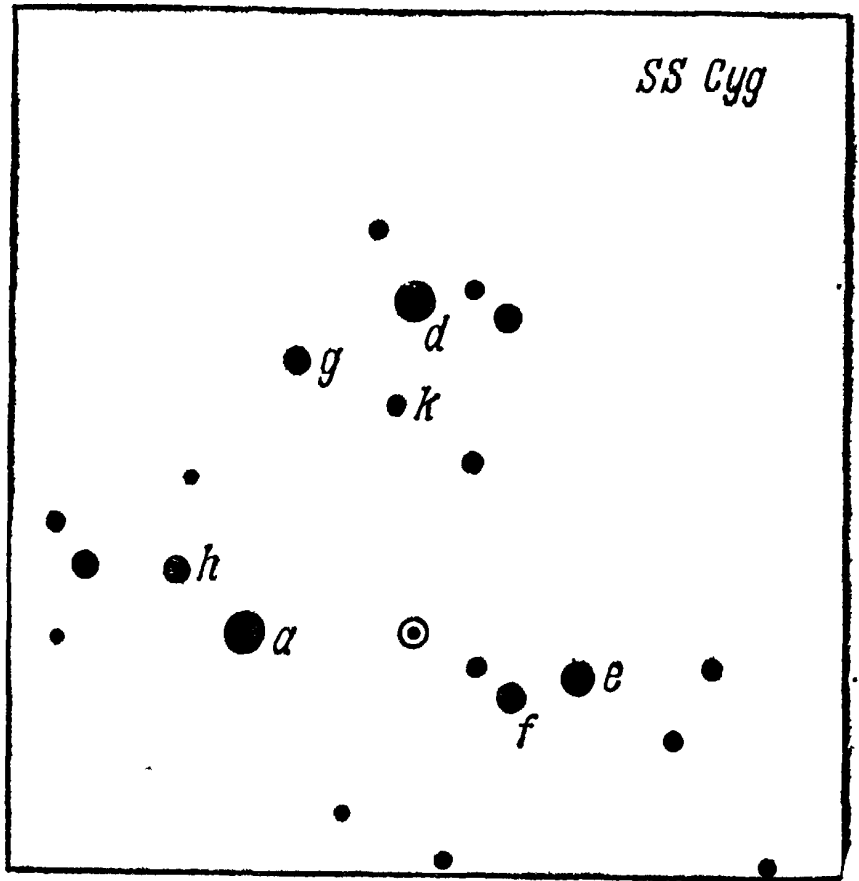
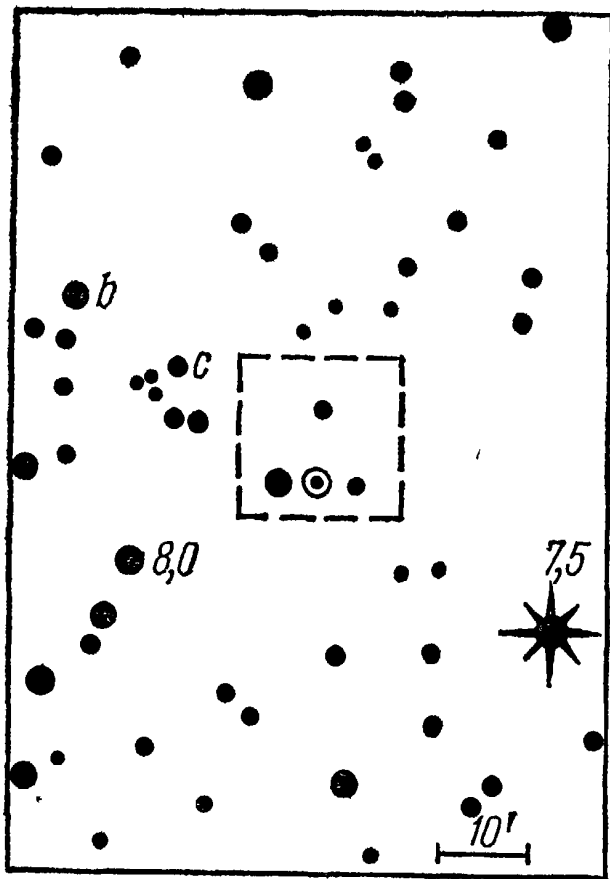
Звезды сравнения (m_{vis}) для переменных типа U Gem и вспыхивающих переменных звезд (см. карты на стр. 541—543)

Звезда	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>k</i>
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
U Близнецов	11,45	11,64	11,70	12,02	12,6	13,0	13,13	13,76	14,5
SW Б. Медведицы	10,17	11,28	11,56	11,75	12,16	12,55	13,60	14,70	—
SS Возничего	10,98	11,19	11,30	12,10	12,93	13,18	13,21	16,00*)	—
SS Лебедя	8,51	8,6	8,9	9,62	9,86	10,92	11,01	11,44	12,31
V 350 Ориона	10,5	11,2	11,6	12,1	—	—	—	—	—
RU Пегаса	8,6	11,2	11,2	11,5	12,0	12,5	12,7	13,1	14,0
UV Кита	7,3	9,1	10,4	12,0	12,0	12,6	13,0	13,1	14,4
AE Водолея	9,8	10,0	10,5	10,9	11,2	11,4	12,2	12,7	—

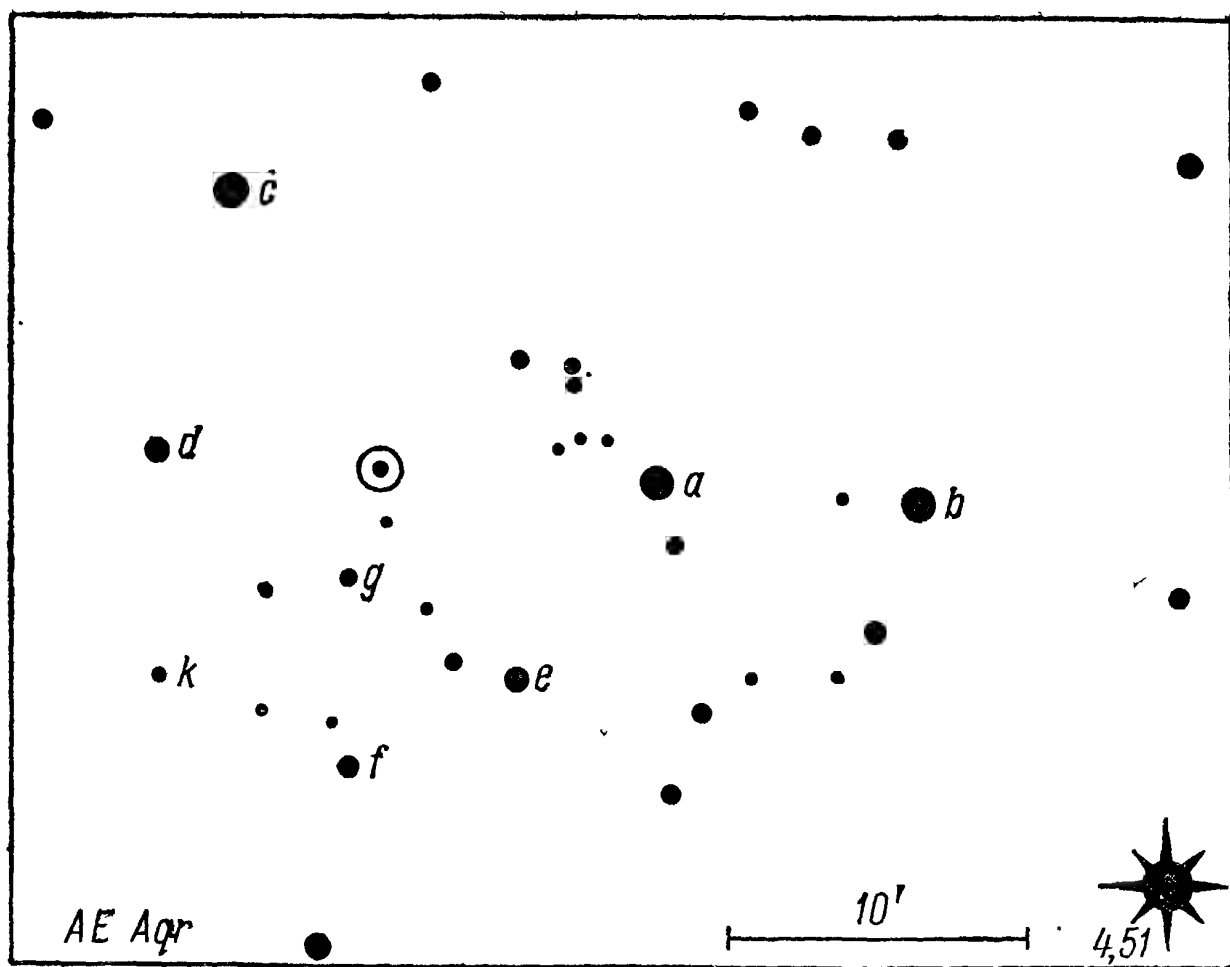
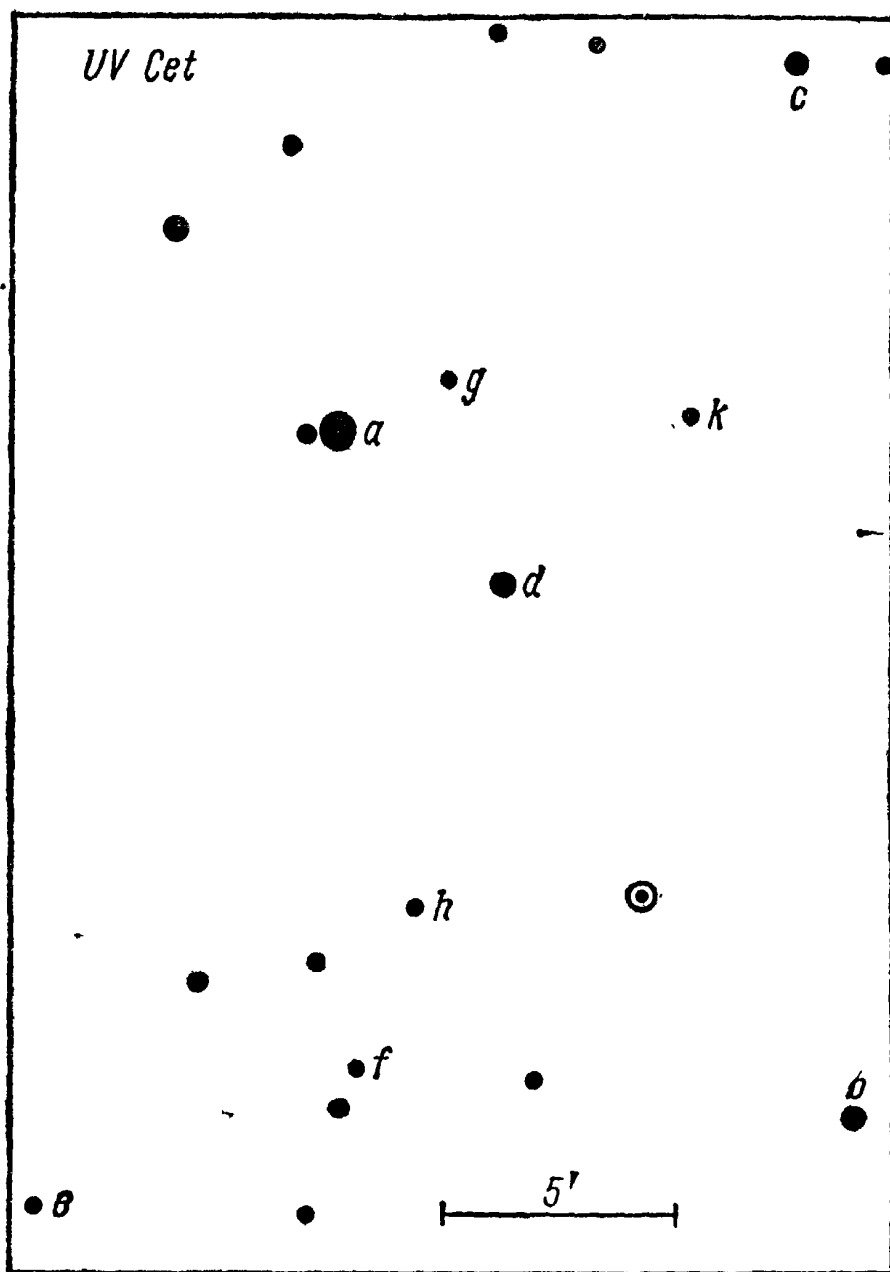
*) Фотографическая звездная величина.



К табл. 58Б. Карты окрестностей переменных U Gem, SW UMa и SS Aur (штриховыми линиями отмечены области, охваченные более подробными картами справа).



К табл. 58 Б. Карты окрестностей переменных SS Cyg, V 350 Ori и RU Peg.



К табл. 58Б. Карты окрестностей переменных UV Cet и AE Aqr.

Яркие галактические рассеянные скопления
(в скобках неуверенные значения)

NGC	M	Соз- вездие	α_{1950}	δ_{1950}	D	m_{ph} , инт.	Рас- стоя- ние, кпс	D , пс	m_{ph} , ярк. зв	N	Спектр ярк. зв.
			h m			m			m		
457	—	Cas	1 15,9	+58°04'	14'	7,5	2,10	8,5	10,2	100	B2
581	103	Cas	1 29,9	+60 27	6	7,0	2,50	4,8	10,0	60	B3
869	—	h Per	2 15,5	+56 55	36	4,3	1,90	16,9	9,3	350	B1
884	—	χ Per	2 18,9	+56 53	36	4,3	2,0	14,2	9,3	300	B2
1039	34	Per	2 38,8	+42 34	42	5,7	0,50	5,7	8,7	80	B8
Плеяды	45	Tau	3 43,9	+23 58	180	1,4	0,13	6,8	3,6	130	B5
Гнады	—	Tau	4 16,7	+15 31	1200	0,8	0,04	13,0	4,4	100	A2 + G
1912	38	Aur	5 25,3	+35 48	26	7,0	0,85	6,4	10,3	150	B5 + G
1960	36	Aur	5 32,0	+34 07	19	6,3	1,10	6,3	8,9	60	B3
2099	37	Aur	5 49,0	+32 33	34	6,2	1,10	10,9	11	270	B9 + G
2168	35	Gem	6 05,7	+24 20	40	5,3	0,80	9,4	9,0	120	B4
2287	41	CMa	6 44,9	—20 42	50	5,0	0,5	7,4	7,8	90	A0 + G
2281	—	Aur	6 45,8	+41 07	17	6,7	1,66	(7)	(10,3)	30	—
2447	93	Pup	7 42,4	—23 45	25	6,0	1,10	8,0	9,5	80	B9 + G
2632 *)	44	Cnc	8 37,5	+19 52	420	3,9	0,16	28,0	6,6	320	B9 + G
2682	67	Cnc	8 48,3	+12 00	18	4,0	0,80	4,2	11,6	100	B9 + G
3114	—	Car	10 01,1	—59 53	60	4,5	0,40	7,4	8,1	160	B9 + G
3532	—	Car	11 03,4	—58 24	70	3,5	0,40	8,2	8,1	130	B5 + G
3766	—	Cen	11 34,2	—61 19	24	5,0	0,88	6,2	8,3	100	B0
4349	—	Cru	12 21,4	—61 37	25	8,0	0,70	5,4	11,2	100	—
4755	—	κ Cru	12 50,6	—60 05	12	5,2	1,30	4,8	6,9	50	B2
6231	—	Sco	16 50,7	—41 43	22	(6)	1,30	8,4	6,7	120	Oa
6242	—	Sco	16 52,2	—39 25	10	(7)	(0,60)	(1,8)	(8,0)	44	—
6405	6	Sco	17 36,8	—32 11	55	4,6	0,40	6,4	4,1	80	B5
6416	—	Sco	17 41,0	—32 20	20	(7)	(0,60)	(3,6)	(8,0)	35	—
6475	7	Sco	17 50,7	—34 48	70	3,2	0,25	5,3	6,2	80	B5
6494	23	Sgr	17 54,0	—19 01	35	6,0	0,60	6,0	9,4	120	B9 + G
6520	—	Sgr	18 00,3	—27 54	5	7,5	(0,7)	(1,0)	(8,5)	25	—
6531	21	Sgr	18 01,8	—22 30	12	6,5	1,50	5,1	8,2	50	B0
6603	24	Sgr	18 15,5	—18 27	4	(11)	(5,0)	(5,8)	(12,0)	50	—
6611	16	Sgr	18 16,0	—13 48	25	6,4	(1,7)	(12,0)	(10,3)	55	—
6645	—	Sct	18 29,8	—16 56	10	8,5	(2,3)	(6,6)	(11,0)	75	—
6705	11	Sct	18 48,4	—06 20	12	6,3	1,60	5,5	11,3	200	B8 + G
6939	—	Cep	20 30,4	+60 28	10	10,0	1,70	5,0	13,2	100	B8 + G
7092	39	Cyg	21 30,4	+48 13	30	5,2	0,28	(2,4)	(6,2)	25	B9
7654	52	Cas	23 22,0	+61 20	18	7,7	0,90	4,8	11,3	120	B7

*) Ясли (Praesepes).

NGC—номер по каталогу Дрейера, M—по каталогу Мессье, D —угловой диаметр, m_{ph} инт.—интегральный блеск скопления, $D_{пс}$ —диаметр в парсеках, m_{ph} —ярк. зв.—средняя звездная величина пяти ярчайших звезд скопления, спектр ярк. зв.—спектр. классы самых ярких звезд.

ТАБЛИЦА 60
Звездные ассоциации
ОВ-ассоциации

Обозначение	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>N</i>	<i>r</i> , кпс	Характерный объект
Cas OB1	125°	—1°	28	2,7	NGC 381,366
Per OB1	135	—5	180	1,9	χ и h Per
Per OB2	160	—17	100	0,4	ζ Per
Aur OB1	173	0	15	1,1	χ Aur
Ori OB1	206	—18	1000	0,5	NGC 1976, α Ori
Mon OB1	202	+1	50	0,5	NGC 2264
Mon OB2	207	—1	—	1,4	NGC 2244
Car OB1	287	0	90	0,9	NGC 3293, IC 2602
Sco OB1	343	+1	70	1,3	NGC 6231
Sgr OB1	7	—1	60	1,3	NGC 6530,6531
Sgr OB6	14	0	120	1,7	NGC 6561
Cyg OB3	73	+2	200	1,8	NGC 6871, IC4996
Cep OB2	101	+5	80	0,7	ν Cep
Lac OB1	98	—15	70	0,6	10 и 12 Lac
Cep OB1	105	—1	150	2,5	NGC 7380
Cas OB2+OB5	114	0	160	2,7	NGC 7510

Т-ассоциации

Обозначение	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>N</i>	<i>d</i> или <i>a</i> × <i>b</i>	<i>r</i> , пс	Характерный объект
Per T2	161°	—18°	15	0°,4	380	IC 348
Tau T1	169	—16	12	3	200	RY Tau
Tau T2	179	—20	11	6×1	170	T Tau
Tau T3	173	—15	46	5	170	UZ Tau
Aur T1	172	—7	13	9×5	170	RW Aur
Ori T1	193	—12	42	4	400	CO Ori
Ori T2	209	—19	399	4	400	T Ori
Ori T3	206	—17	93	4	400	σ Ori
Ori T4	197	—11	27	3	400	FU Ori
Mon T1	203	+2	141	3	800	NGC 2264
Sco T1	354	+18	26	9	210	α Sco
Sgr T2	6	—1	50	1×0,5	1300	M 8
Oph T1	38	+8	20	15×10	300	V 426 Oph
Aql T1	37	—9	18	20×13	200	V 374 Aql
Cyg T1	85	0	21	1	600	IC 5070
Cyg T3	94	—5	19	0,2	1200	IC 5146

ТАБЛИЦА 61
Яркие шаровые скопления Галактики 1)

NGC	М или Δ	Созвездие	α_{1950}	δ_{1950}	l	b	Ин-тегр. V	k 2)	Ин-тегр. Sp	B-V	$E_{(B-V)}$	$\lg D^{3)}$, набл.	$V_{\tau}^{4)}$, км/сек	D' 5)	R, клс	D, пс
104		47 Tuc	$h\ m$ 0 21,9	-72°21'	306°	-45°	m 4,1	0,87	G2	m 0,87	m 0,13	1,34	-24	26'	3,5	26
288		Scl	0 50,2	-26 52	150	-90	8,5	0,26		0,67	0,08	1,05	-47	14	7,3	29
362	Δ 61	Tuc	1 00,6	-71 07	302	-46	(7,1)	0,72	F7	0,74	0,11	0,99	+221	12	8,5	30
1851	Δ 502	Col	5 12,4	-40 05	244	-35	(6,8)	0,80	F7		0,18	1,02	+309	12,5	7,8	29
1904	M 79	Lep	5 22,2	-24 34	227	-29	7,8	0,68	F6	0,60	0,05	0,82	+196	7,9	13,6	31
2808		Car	9 10,9	-64 39	282	-11	(6,5)	0,87	F8	0,93	0,29	1,08	+101	16	6,9	32
3201	Δ 445	Vel	10 15,9	-46 09	277	+9	(7,7)	0,29	F7	0,98	0,37	1,19	+493	16	3,7	18
4590	M 68	Hya	12 36,8	-26 29	300	+36	8,3	0,42	F2	0,68	0,18	0,86	-116	7,2	8,7	18
4833		Mus	12 56,0	-70 36	304	-8	7,3	0,46	F5	0,95	0,35	1,23	+204	19	4,6	25
5024	M 53	Com	13 10,5	+18 96	333	+80	7,8	0,67	F4	0,63	0,05	0,93	-112	9	14,4	37
5139		ω Cen	13 23,8	-47 13	309	+15	3,8	0,88	F7	0,79	0,20	1,40	+230	31	4,2	38
5272	M 3	CVn	13 39,9	+28 38	42	+77	6,5	0,70	F5	0,67	0,04	1,07	-153	125	9,2	33
5904	M 5	Ser	15 16,0	+02 16	4	+47	6,0	0,70	F6	0,70	0,06	1,12	+49	14	6,6	27
5986	Δ 552	Lup	15 42,8	-37 37	337	+13	7,6	0,61	F7	0,89	0,22	0,87	+2	8,3	8,7	21
6093	M 80	Sco	16 14,1	-22 52	353	+20	7,3	0,78	F6	0,82	0,21	0,86	+18	8,8	10,0	26
6121	M 4	Sco	16 20,6	-26 24	351	+16	6,0	0,44	F8	1,06	0,38	1,32	+65	24	6	42
6205	M 13	Her	16 39,9	+36 33	59	+41	5,9	0,74	F5	0,67	0,06	1,12	-241	15,5	5	23

1) Данные по карточному каталогу Б. В. Кукаркина (имеют предварительный характер; в окончательном виде могут несколько измениться); Δ — номер по каталогу Dunlop J., Phil. Trans., 1828.
2) «Класс богатства» — характеристика Б. В. Кукаркиным на основе критической ревизии всех определений «классов концентрации» Х. Шепли. «Класс богатства» коррелирует с интегральной абсолютной звездной величиной скопления, тогда как сама концентрация не коррелирует с ней.
3) Угловые диаметры $D_{набл}$ включают 0,9 всего светового потока.
4) С учетом движения Солнца к стандартному апексу (кроме NGC 6388).
5) Угловой диаметр исправлен за влияние межзвездного поглощения и за «класс богатства» по формуле $\lg D' = \lg D_{набл} + 0,226 \cdot E_{(B-V)} - 0,2 (1-k)$.

NGC	М или Δ	Созвездие	α_{1950}	δ_{1950}	l	b	Ин-тегр. V	k^2	Ин-тегр. Sp	$B-V$	$E_{(B-V)}$	$\lg D^3$ набл.	V_T^4 , км/сек	D'^5	R , клс	D , пс
6218	M 12	Oph	16 46,6	-01°52'	16°	+26°	^m 6,8	0,43	F6	^m 0,85	^m 0,24	1,14	+40	14'	4,5	19
6254	M 10	Oph	16 54,5	-04 02	15	+28	6,7	0,53	F8	0,90	0,23	1,12	+71	14	5,0	21
6266	M 62	Oph	16 58,1	-30 03	354	+7	6,7	0,78	F8	1,18	0,55	1,06	-73	15	5,8	25
6273	M 19	Oph	16 59,5	-26 12	357	+9	6,9	0,48	F4	0,99	0,48	0,99	+102	12	3,6	13
6333	M 9	Oph	17 16,2	-18 28	6	+11	7,8	0,53	F4	0,95	0,48	0,89	+224	9	5,8	16
6341	M 92	Her	17 15,6	+43 12	68	+35	6,5	0,70	F2	0,62	0,08	1,01	-118	11	7,8	25
6362	Δ 225	Ara	17 26,6	-67 01	236	-18	7,5	0,35	G0	0,90	0,25	0,99	-18	10	5,3	16
6388		Sco	17 32,6	-44 43	346	-7	7,2	0,76	G3	1,16	0,42	0,98	+81	13'	7,3	27
6397	Δ 366	Ara	17 36,8	-53 39	338	-12	6,2	0,36	F5	0,75	0,19	1,29	+11	19	15,5	13
6441		Sco	17 46,8	-37 02	354	-5	7,7	0,87	G4	1,24	0,48	0,83	-70	10	10,2	29
6541	Δ 473	CrA	18 04,4	-43 44	349	-11	(6,8)	0,67	F5	0,76	0,19	1,03	-148	12	5,2	18
6626	M 28	Sgr	18 21,5	-24 54	8	-6	7,0	0,72	F9	1,06	0,45	1,00	+1	13	5,9	23
6637	M 69	Sgr	18 28,1	-32 23	2	-10	7,7	0,64	G5	0,97	0,15	0,83	+95	7,2	12,0	25
6656	M 22	Sgr	18 33,3	-23 58	10	-8	5,1	0,61	F7	1,01	0,37	1,30	-144	24	2,8	19
6681	M 70	Sgr	18 40,0	-32 21	3	-12	8,2	0,65	F7	0,71	0,07	0,72	+198	6	16,0	25
6715	M 54	Sgr	18 52,0	-30 32	6	-14	7,6	0,81	F6	0,83	0,28	0,77	+122	7,4	11,7	25
6723	Δ 573	Sgr	18 56,2	-36 42	0	-17	7,1	0,53	G2	0,73	0,02	0,89	-3	7,5	8,1	18
6752	Δ 295	Pav	19 06,4	-60 04	336	-26	5,8	0,62	F6	0,65	0,08	1,20	-39	17	4,9	24
6809	M 55	Sgr	19 36,9	-31 03	9	-23	6,4	0,35	F5	0,68	0,10	1,10	+170	12	4,0	13
6838	M 71	Sge	19 51,5	+18 39	57	-5	8,3	0,36	G4	1,10	0,38	0,96	-80	10	6,7	19
7078	M 15	Peg	21 27,6	+11 57	65	-27	6,4	0,80	F3	0,66	0,14	1,00	-107	12	8,3	29
7089	M 2	Aqr	21 30,9	-01 03	53	-36	6,5	0,84	F4	0,65	0,13	1,00	-5	12	8,8	31
7099	M 30	Cap	21 37,5	-23 25	27	-47	7,6	0,62	F3	0,60	0,11	0,88	-174	8	9,7	23

ТАБЛИЦА 62А

Яркие галактические планетарные туманности

NGC или IC	Созвездие	α_{1950}	δ_{1950}	Тип *)	Диам.	m_{ph}		Спектр		Расстояние, клс	Примечания
						инт. тум.	центр. звезды	тум.	центр. звезды		
40	Cas	h 0 10,2	+72°15'	IIIb	1'×0',6	m 2	m 11,4	Pf	Oa	1,0	М 76
246	Cet	0 44,6	-12 09	IIIa	4',0	8,5	11,3	Pd	O7	0,5	
650—1	Per	1 38,8	+51 19	V	2',5	12,2	16,6	Pd	непр.	2,5	
1535	Eri	4 12,1	-12 52	IV+VI	0,3	9,3	11,8	Pf	непр.	0,7	
2022	Ori	5 39,3	+09 03	IV+II	0,4×0,3	12,4	14,6	Pf	O7	3,3	
2149	Aur	5 52,6	+46 07	IIIb+II	0,2	9,9	14,0			0,9	Близ сев. края расс. ск. NGC 2437
2392	Gem	7 26,2	+21 01	IIIb+IV	0,8	8,3	10,5	Pd	O8e	0,4	
2438	Pup	7 39,6	-14 36	IV	1,1	11,3	16,8			1,7	
2440	Pup	7 39,9	-18 05	V	0,9×0,3	11,7	—	Pe		2,0	
2867	Car	9 20,0	-58 06	IIIb	0,2	9,7	—	Pd		0,8	
3132	Ant	10 04,9	-40 11	IV	1,4×0,9	8,2	10,6	P		0,4	N 97 «Сова» (Owl)
3242	Hya	10 22,4	-18 23	IIIb+IV	0,7	9,0	11,4	Pe	непр.	0,6	
3587	UMa	11 12,0	+55 18	IIIa	3,4	12,0	14,3	P		2,3	
4361	Crv	12 21,9	-18 29	IIIa	1,3	10,8	12,8	Pf	непр.	1,3	
4406	Lup	14 19,3	-43 55	IIIb	1,7×0,6	10,6	—	Pb		1,2	
—	Nor	15 47,4	-51 21	IV	1,2	8,4	13,6	—		—	М 57, «Кольцо» (Ring)
6210	Her	16 42,5	+23 53	II+VI	0,3×0,2	9,7	12,5	Pe	O6	0,8	
6543	Dra	17 58,8	+66 38	IIIa	0,4×0,3	8,8	11,1	Pd	O6	0,5	
6572	Oph	18 09,7	+06 50	IIa	0,3×0,2	9,6	12	Pd	O6	0,8	
6720	Lyr	18 51,7	+32 58	IV	1,4×1,0	9,3	14,7	Pb	непр.	0,7	
6818	Sgr	19 41,1	-14 17	IV	0,4×0,3	9,9	15,0	Pe		0,9	М 27, «Гантель» (Dumbell) «Сатурн» «Улитка» (Helix)
6826	Cyg	19 43,4	+50 24	IIIa	0,4	8,8	10,8	Pd	O5	0,5	
6853	Vul	19 57,4	+22 35	IIIa	8×4	7,6	13,4	P	непр.	0,3	
7009	Aqr	21 01,4	-11 34	IV+IIIa	0,7×0,4	8,4	11,7	Pe	непр.	0,4	
7293	Aqr	22 27,0	-21 06	IV	15×12	6,5	13,3	P		0,2	
7635	Cas	23 18,5	+60 54	V	3	8,5	8,5		O7	0,5	
7662	And	23 23,5	+42 14	IV+IIIa	0,5	8,9	12,5	Pe	непр.	0,6	

*) Тип по классификации Б. А. Воронцова-Вельяминова: I—звездоподобная; IIa—овальная, равномерно яркая, но с уплотнением в центре; IIb—то же, но без уплотнения; IIIa—овальная, неравномерная яркость; IIIb—то же—на краях ярче; IV—кольцеобразная; V—неправильная (переход к диффузным туманностям); VI—аномальная.

Яркие диффузные туманности

NGC или IG	Созвездие	α_{1950}	δ_{1950}	Размеры	m_{vis}	Спектр	Расст., клс	Примечание
I 59	γ Cas	$0^h 53,7^m$	$+60^\circ 48'$	$18' \times 12'$	m	B0ep	0,20	«Калифорния»
I 1499	Per	$4^h 00,1^m$	$+36 17$	145×40	2,2	O7n	0,60	
I 2118	Eri	$5^h 04,5^m$	$-07 17$	140×40	4,0	cB8ep	0,40	
I 1976	θ_1 Ori	$5^h 32,9^m$	$-05 25$	66×60	0,3	O7—B8	0,30	Больш. тум. Ориона, M 42
I 1977	μ Ori	$5^h 33,0^m$	$-04 54$	42×26	5,4	B3	0,40	
I 2070	Dor	$5^h 39,9^m$	$-69 04$	20×20	4,6	—	—	«Гарантул»
—	ζ Ori	$5^h 43,0^m$	$+02 00$	330×40	1,9	B0ne	0,40	
2237—9	Mon	$6^h 29,6^m$	$+04 40$	64×61	перем.	O6	1,10	«Розетка»
I 2261	R Mon	$6^h 36,4^m$	$+08 46$	перем.	перем.	Bp	2,00	Тум. Хаббла
I 2264	S Mon	$6^h 38,2^m$	$+09 57$	60×30	4,7	O7n	1,00	«Conus»
I 2177	Mon	$7^h 03,1^m$	$-10 29$	85×25	7,1	B0p	0,56	
I 3372	η Car	$10^h 43,1^m$	$-59 25$	85×80	перем.	pec.	1,10	
I 2944	λ Cen	$11^h 33,5^m$	$-62 44$	66×36	3,3	B9	0,21	
I 4606	α Sco	$16^h 26,4^m$	$-20 20$	85×80	1,2	cM1	0,11	(Antares)
I 6514	Sgr	$17^h 58,9^m$	$-23 02$	29×27	6,9	O7	0,67	Тройная (Trifid), M 20
I 6523	Sgr	$18^h 01,6^m$	$-24 20$	60×35	6,8	O5e	0,77	(Lagoon), M 8
I 6611	Ser	$18^h 16,2^m$	$-13 48$	35×28	8,3	O5e	1,40	M 16
I 6618	Sgr	$18^h 18,0^m$	$-16 12$	46×37	8,9	A0e	1,00	«Omega», M 17
I 1287	Sct	$18^h 27,6^m$	$-10 50$	44×34	5,80	B3s	0,25	
I 1318	γ Cyg	$20^h 14,7^m$	$+41 39$	24×17	2,32	cF8p	0,17	
I 6960	μ Cyg	$20^h 43,6^m$	$+30 32$	70×6			0,40	(Cirrus)
I 5067—0	Cyg	$20^h 46,9^m$	$+44 11$	85×75	1,3	cA2e	0,28	«Пеликан»
I 6992—5	Cyg	$20^h 54,3^m$	$+31 30$	78×8			0,40	(Cirrus)
I 7000	α Cyg	$20^h 57,0^m$	$+44 08$	120×100	1,3	cA2e	0,28	«Америка»
—	Cep	$21^h 10,7^m$	$+59 47$	100×65	5,6	B0s	0,71	

m_{vis} и спектр относятся к звезде, освещающей туманность.

ТАБЛИЦА 63
Яркие галактики

Галактика		Соз- вездие	α_{1950}	δ_{1950}	Тип	Спектр	Размеры	m_{pg} Интерп.	Расст. Mpc^1	Абсол. M_{pg}	$\lg \frac{M}{M_{\odot}}$	Лучев. скорост. cz^2	Принадлежность
NGC, IC	M												
NGC 55	—	Scl	h^m 0 12,5	—39°30'	Im	Em	30'×6'	7,9	2,1	—19	10,36	97	Южная группа
205	—	And	0 37,6	+41 25	E6p	A8	26×16	8,9	0,7	—16	9,4	—	Местная группа
221	32	And	0 40,0	+40 36	E2	G3	12×8	9,1	0,7	—15,5	9,41	17	Местная группа
224	31	And	0 40,0	+41 00	Sb	G5	200×90	4,3	0,7	—21	11,56	—	Местная группа
247	—	Cet	0 44,6	—21 01	Sc	Em	28×10	9,5	2,1	—18	9,9	129	Южная группа
253	—	Scl	0 45,1	—25 34	Sc	Em	22×6	7,7	2,1	—20,5	11,22	—104	Южная группа
300	—	Tuc	0 51,0	—73 06	Im	—	216×216	2,8	0,06	—16,5	9,70	—	Местная группа
NGC 300	—	Scl	0 52,6	—37 58	Sc	Em	23×17	8,8	2,1	—18,5	10,38	95	Южная группа
Скульптор	—	Scl	0 57,6	—33 58	dEp	—	(45×40)	9,0	0,25	—10	6,20	—	Местная группа
IC 1613	—	Cet	1 02,5	+1 52	Im	—	12×11	10,0	0,7	—14,5	8,56	—130	Местная группа
598	33	Tri	1 31,1	+30 24	Sc	A7	83×53	6,2	0,7	—19	10,31	—	Местная группа
NGC 628	74	Psc	1 34,0	+15 32	Sc	F5	12×12	9,7	9,1	—20	11,4	682	Местная группа
Печь	—	For	2 37,5	—34 44	dEp	—	(50×35)	9,0	0,25	—13	7,3	—	Местная группа
NGC 1068 ³⁾	77	Cet	2 40,1	—0 14	Sb	F0	10×8	9,6	13,8	—21	11,2	1032	Группа М 77
1316 ⁴⁾	—	For	3 20,7	—37 25	E0	G2	6×4	10,0	21,5	—21,5	12,5	1728	Скопление Печь
БМО	—	Men	5 24,0	—69 48	Im	—	(432×432)	0,6	0,05	—18,5	10,15	30	Местная группа
NGC 2403	—	Cam	7 32,0	+65 43	Sc	F2	29×15	8,8	3,2	—19	10,6	187	Группа М 81
2903	—	Leo	9 29,3	+21 44	Sc	F0	14×9	9,5	6,8	—19,5	10,5	513	Группа М 81
3031	81	UMa	9 51,5	+69 18	Sb	G3	35×14	7,8	3,2	—20	11,1	77	Группа М 81
3034 ⁵⁾	82	UMa	9 51,9	+69 56	Io	A5	13×8	9,2	3,2	—18	9,89	400	Группа М 81
3115	—	Sex	10 02,8	—7 28	E7	G5	4×1	10,1	8,0	—19,5	11,0	423	Группа Лев
3368	96	Leo	10 44,2	+12 05	Sa	G0	11×8	10,0	10,5	—20	10,8	792	Группа Лев
3521	—	Leo	11 03,2	+0 14	Sb	G3	14×7	10,1	8,2	—19,5	10,6	615	Группа Лев
3627	66	Leo	11 17,6	+13 17	Sb	G2	14×7	9,6	8,4	—20	10,8	633	Группа М 94
4214	—	CVn	12 13,1	+36 36	Im	Em	11×11	10,1	10,0	—20	10,5	317	Группа М 81
4236	—	Dra	12 14,3	+69 45	Im	A8	26×9	10,0	3,2	—17	9,7	186	Группа М 94
4258 ⁶⁾	106	CVn	12 16,5	+47 35	Sb	G0	24×6	8,9	10,0	—21	11,2	494	Скопл. в Деве
4303	61	Vir	12 19,4	+4 45	Sc	G1	11×7	10,0	13,8	—21	11,2	1557	

Продолжение табл. 63

Галактика		Соз- вездие	α_{1950}	δ_{1950}	Тип	Спектр	Размеры	m_{pg} Интрп.	Расст. $Mpc^1)$	Абсол. M_{pg}	$lg \frac{M}{M_{\odot}}$	Лучев. скорость, $km\ sec^{-2}$	Принадлежность
NGC, IC	M												
4321	100	Com	h^m 12 20,4	+14°06'	Sc	F5	10×9	10,1	13,8	-21	11,2	1551	Скопл. в Деве
4374 ⁵⁾	84	Vir	12 22,6	+13 10	So	G5	11×10	10,2	13,8	-21	12,1	880	Скопл. в Деве
4382	85	Com	12 22,8	+18 28	So	G5	11×8	10,0	13,8	-21	12,1	721	Скопл. в Деве
4449	—	CVn	12 25,8	+44 22	Im	F0	10×9	9,9	10,0	-20	10,5	286	Группа M 94
4477	49	Vir	12 27,3	+ 8 16	E1	G7	12×11	9,3	13,8	-21,5	12,13	918	Скопл. в Деве
4486 ⁶⁾	87	Vir	12 28,3	+12 40	E0	G5	11×11	9,6	13,8	-21,5	12,3	1218	Скопл. в Деве
4490	—	CVn	12 28,3	+41 55	Sc	A5	9×5	10,1	8,0	-19,5	10,6	675	Группа M 63
4501	88	Com	12 29,5	+14 42	Sc	G5	9×6	10,1	13,8	-21	11,2	2060	Скопл. в Деве
4594	104	Vir	12 37,3	-11 21	Sb	G3	12×11	9,2	13,8	-22	11,50	1021	Скопл. в Деве
4631	—	CVn	12 39,8	+32 49	Im	Em	19×4	9,7	8,0	-19,5	10,66	611	Группа M 63
4649	60	Vir	12 41,1	+11 49	E2	G7	10×9	9,9	13,8	-21	12,1	1321	Скопл. в Деве
4736	94	CVn	12 48,6	+41 23	Sb	G0	15×13	8,9	10	-21	11,2	345	Группа M 94
4826	64	Com	12 54,3	+21 57	Sb	G7	12×8	9,3	10	-20,5	11,0	364	
4945	—	Cen	13 02,4	-49 01	Sb	—	20×4	8,8	3,8	-19	10,4	—	Группа в Кентавре
5055	63	CVn	13 13,5	+42 17	Sb	F8	16×10	9,3	8,0	-20,5	10,7	575	Группа M 63
5128 ⁷⁾		Cen	13 22,4	-42 45	Ep	F8	31×25	7,9	3,8	-20	11,5	261	Группа в Кентавре
5194	51	CVn	13 27,8	+47 27	Sc	F8	14×10	8,9	7,0	-20	10,6	546	Группа M 101
5236	83	Hyа	13 34,3	-29 37	Sc	F0	11×9	8,4	3,8	-19,5	10,8	319	Группа в Кентавре
5457	101	UMa	14 01,4	+54 35	Sc	F8	28×28	8,2	7,0	-21	11,5	394	Группа M 101
6822	—	Sgr	19 42,1	-14 53	Im	Em	20×20	9,2	0,4	-14,5	9,18	98	Местная группа
6946	—	Cyg	20 33,9	+59 58	Sc	F5	14×13	9,7	5,2	-20	10,8	330	
7793	—	Scl	23 55,3	-32 51	Sc	F5	10×7	9,4	2,1	-18	10,1	292	Южная группа

Пр и м е ч а н и я. 1) Постоянная Хаббла принята равной 75 км/сек/Мпс. 2) $7,7 \cdot 10^9$. Исправлено за движение Солнца относительно местной группы. 3) Слабый радиоисточник (галактика Сейферта). 4) Радиоисточник Fог А. 5) Слабый радиоисточник. 6) Радиоисточник Vir А. 7) Радиоисточник Cep А.

ТАБЛИЦА 64А

Галактические источники радиоизлучения

(с потоками излучения S больше $1,5 \cdot 10^{-24}$ $вт/м^2гц$ на одной из частот: 178, 400, 1400 и ~ 3000 $Мгц$)

В таблице даны: №№ по общему каталогу дискретных радиоисточников (GC) (ApJ Suppl. № 93, 1965), Паркскому каталогу радиоисточников (PKS) (Austr. J. of Physics 17—19, 1965—66), 3-му Кембриджскому каталогу (3C) (Mem. Roy. Astron. Soc., vol. CXIII, p. V, 163, 1962) либо каталогу Вестерхаута (W) (BAN 14, № 488, 1958), α_{1950} , δ_{1950} , потоки (в единицах 10^{-24} $вт/м^2гц$) для четырех указанных частот, созвездие или обозначение, идентификация с оптическими объектами. Почти ко всем строчкам таблицы в примечаниях даны дополнительные сведения.

№№ GC	3C или W или PKS	α_{1950}	δ_{1950}	Потоки				Созв. или обозн.	Идентификация
				178	400	1400	3000		
		h m							
98	W3	2 22,7	+61°51'	3,9	2,3	1,5	—	Cas	IC 1795
119	PKS	3 20,7	—37 25	—	1,4	1,5	0,7	For A	NGC 1316
174		4 57,5	+46 26	2,5	1,3	—	—	Aur	
194	144	5 31,6	+21 59	14,2	10,7	8,4	6,5	Tau A	NGC 1952
195	145	5 32,8	—05 25	0,9	2,3	5,2	4,5	Ori	NGC 1976
213	157	6 14,1	+22 44	2,2	2,3	1,8	1,0	Gem	IC 443
223	163	6 29,4	+04 52	2,5	2,0	2,6	3,0	Mon	NGC 2244
280		8 21,3	—42 52	—	—	1,8	—	Pup A	
284		8 32,8	—45 37	—	1,5	9,2	—	Vel X	
294		8 57,6	—47 25	—	—	2,5	—	Vel	
973		10 21,5	—57 32	—	—	5,8	—	Car	
334		10 42,5	—59 30	—	—	5,8	—	η Car	NGC 3372
994		11 12,6	—60 38	—	—	3,7	—	Car	
1011		12 10,6	—62 34	—	—	2,7	—	Cru	
1055		14 03,8	—61 31	—	—	3,8	—	Cen	
	PKS	16 10,8	—60 48	—	11,9	—	—	TrA	
484		16 36,0	—46 27	—	—	2,3	—	Ara	
492		17 03,2	+09 16	3,3	—	0,06	—	Oph	
495		17 11,1	—38 23	—	3,3	1,0	—	Sco	
497		17 19,8	—35 40	—	1,1	4,0	2,5	Sco	NGC 6334
498		17 22,3	—34 14	—	5,1	5,5	4,0	Sco	NGC 6357
504	W23	17 30,7	—32 31	—	0,5	2,6	0,2	Sco	
508		17 42,6	—28 56	100	~ 30	~ 35	65	Sgr A	Центр Гал.
513		17 57,4	—23 26	—	4,9	4,0	1,0	Sgr	NGC 6514
517		18 00,9	—24 24	—	2,0	2,2	1,6	Sgr	NGC 6523
521		18 07,8	—19 38	—	3,6	—	—	Sgr	
523	W33	18 11	—17 50	—	—	1,9	1,7	Sgr	
526	W35	18 15,3	—12 00	—	1,5	2,5	2,2	Sge	NGC 6604
527		18 16,3	—13 45	—	1,3	2,5	1,5	Sge	NGC 6611
528		18 17,6	—16 12	—	2,4	7,0	6,0	Sge	NGC 6618
539	W41	18 31,6	—08 42	—	2,4	0,8	—	Sct	
553	W43	18 44,7	—02 06	1,1	4,4	3,3	1,7	Aql	3C 390.2
556	392	18 53,6	+01 14	4,2	3,2	2,0	1,4	Aql	W44
571	400	19 21,5	+14 24	5,4	2,9	7,1	—	Aql	
601	409,1	20 17,3	+45 25	2,3	1,1	1,0	—	Cyg	
607	W66	20 20,6	+40 03	—	11,7	4,0	—	Cyg	
611	W69	20 29,9	+39 04	—	2,4	2,4	—	Cyg	
613	W70	20 30,4	+43 50	0,2	0,3	2,5	—	Cyg	
617	W73	20 33,5	+41 42	1,6	4,9	2,3	—	Cyg	
621	W75	20 37,6	+41 59	0,7	6,4	2,9	—	Cyg	
628		20 45	+50 30	4,1	1,7	1,9	—	Cyg	

№№ GC	3C или W или PKS	α_{1950}	δ_{1950}	Потоки				Созв. или обозн.	Идентификация
				178	400	1400	3000		
630	W80	^h ^m 20 47,6	+30°18'	4,3	1,1	0,9	—	Cyg	
636		20 53,4	+43 52	2,2	3,6	3,8	—	Cyg	
644		21 10,6	+52 16	—	1,5	—	—	Cyg	
	PKS	21 53,0	—69 56	—	2,5	—	—	Ind	
698		23 21,2	+58 32	113	56	28	16	Cas A	
	461	23 56,5	—61 12	—	3,0	—	—	Phe	

Примечания:

- 98 Обл. Н II. Диамет. 2—3° на низк. част., 20' — на высокой, источник излуч. ОН. IC 1795.
- 174 Остаток SN. Опт. и радиодиаметр ~2°.
- 194 М I, Крабовидн. тум.—ост. SN 1054 г.; разм. 6'×4'; в центре находится пульсар NP 0532 (см. стр. 555).
- 195 М 42, тум. Ориона, Н II, $d \sim 4'$ (во всяком случае для $\nu \geq 960$ МГц), ист. излуч. ОН.
- 213 Ост. SN.
- 223 Обл. II, «Розетка», диамет. опт. и радио ~1°,3.
- 280 Тум., опт. разм. 50'×80'; м. б. ост. SN.
- 284 Ост. SN, имеется пульсар PSR 0833 (см. стр. 555).
- 294 Обл. Н II.
- 334 Тум. Н II; опт. разм. 210'×210', на част. 1440 МГц 63'×57'.
- 497 Обл. Н II. Опт. разм. 50'×25', на част. 960 МГц диамет. 12'; ист. излуч. ОН.
- 498 Обл. Н II, опт. разм. 170'×55', на част. 1420 МГц два комп.: 34' (80% потока) и 3' (20%); ист. излуч. ОН.
- 504 Обл. Н II, опт. разм. 110'×80', на част. 960 МГц диамет. 1°,4, на 2700 МГц — 15'.
- 508 Неск. отд. источников, один преобл. (во всяком случае на $\nu \geq 1000$ МГц), совп. с началом новой галакт. сист. координат.
- 513 М 20—«Трехдольная» тум. Н II и нетепл. ист., размер 35'×20' на част. 1430 МГц.
- 517 М 8 (Lagoon), опт. разм. 60'×35'.
- 519 Н II, опт. разм. 120'×30', на част. 2700 МГц—30'×15'.
- 523 Н II, опт. разм. 60'×60', на част. 2700 МГц—13'×11', источн. изл. ОН.
- 526 Н II, диамет. 140', на част. 960 МГц—0°,8.
- 527 Н II, диамет. 25', на част. 960 МГц 15'×15'.
- 528 М 17, Н II («Омега»), опт. разм. 70'×60', на част. 960 МГц—4',5.
- 553 Источн. излуч. ОН.
- 556 Ост. SN?
- 571 Н II, диамет. 40', на част. 1420 МГц два комп.: $d=40'$ (88% потока) и 3' (12%).
- 601 Часть источника рентген. лучей Лебедь XR-1.
- 607 Н II, часть ист. Лебедь XR-1. $d=180'$, на част. 960 МГц—1°,8×0°,6.
- 611 Н II, часть ист. Лебедь XR-1, на част. 960 МГц $d=1°,2$.
- 613 Н II, Симеиз 207, опт. 64'×56', часть ист. Лебедь XR-1.
- 617 Н II, часть ист. Лебедь XR-1.
- 621 Симеиз 218, опт. разм. 30'×22', часть ист. Лебедь XR-1, источн. изл. ОН.
- 628 Ост. SN?—слаб. волокна туманности с центром в очень широкой обл. Н II.
- 630 Ост. SN II, опт. $d=30'$. «Петля в Лебеде».
- 636 Н II между NGC 7000 («Северная Америка») и IC 5067-70 («Пеликан») на част. 178 МГц, $d=1°,8$.
- 698 Ост. SN II. 200 небольш. конденсаций с V_r от —4000 до +6000 км/сек.

Внегалактические источники радиоизлучения

В таблицу включены наиболее яркие источники (с потоками больше $1,5 \times 10^{-24}$ $\text{вт/м}^2\text{Гц}$ на одной из частот: 178, 400, 1400, ~ 3000 МГц), а также ряд замечательных источников. Столбцы таблицы соответствуют аналогичным столбцам предыдущей таблицы. Потоки даны в единицах 10^{-26} $\text{вт/м}^2\text{Гц}$.

GC	3C	α_{1950}	δ_{1950}	Потоки				Созв.	Идентификации
				178	400	1400	3000		
27	—	^h ^m 0 40,2	+40° 57'	200	80	20	—	And A	NGC 224
	—	0 55,0	—73 00	—	550	550	—	Tuc	ММО
	84	3 13,5	+41 20	62,6	20	14,1	10 *	Per A	NGC 1275
	120	4 30,5	+05 15	6,7	5,5	4,5	5 *	Tau	
155	123	4 33,9	+29 34	180	100	45	20	Tau	
186	—	5 18,4	—45 50	—	160	66	33	Pic A	
	PKS	5 22,0	—69 00	—	4000	—	—	Men	БМО
302	218	9 15,7	—11 53	210	130	40	20	Hya A	
	231	9 51,7	+69 55,2	13	—	8,7	5,6	UMa	М 82
	273	12 26,5	+02 20	72	55	41 *	38 *	Vir	
379	274	12 28,3	+12 39	1050	480	200	100	Vir A	NGC 4486
	279	12 53,5	—05 31	20,5	13,5	10,4 *	11,2 *	Vir	
405	—	13 22,6	—42 46	—	600	1830	200	Cen A	NGC 5128
	295	14 09,5	+52 28	78,8	51	24	11,8	Boo	
489	348	16 48,7	+05 05	350	160	50	20	Her A	
496	353	17 17,9	—00 56	180	140	50	30	Oph	
591	405	19 57,8	+40 35	8300	4100	1400	600	Cyg A	
	454.3	22 51,5	+18 54	16,2	15,8	12,8	10 *	Peg	
	СТА 102	22 30,1	+11 28	5,1	7,1	6,7	5	Peg	

Примечания:

- 27 М 31, Туманность Андромеды. Опт. разм. $200' \times 90'$.
 3C 84 Сейфертовская галактика 12^m . $R \sim 65$ Мпс . Имеется по крайней мере 4 компонента; с оптическим ядром совпадает компактный источник сантиметрового излуч. Оптически ядро переменное.
 3C 120 N—галактика 17^m , оптически переменная, $z=0,032$.
 155 На част. 1420 МГц 2 комп. diam. по $5''$ на расст. $12'',5$.
 186 Гал. 19^m , $z=0,035$. На част. 960 МГц 2 комп. по $2'$ на расст. $4',6$.
 302 Тесная двойная гал. E, $\sim 16^m$, $z=0,053$.
 3C 231 М 82, знаменитая взрывающаяся гал. с мощным оптич. синхротронным поляризов. излучением.
 3C 273 Квазар, $z=0,158$, $m=12^m$. Два компонента на расст. $20''$; в одном из них имеются источн. с угл. разм. $< 0'',0001$.
 379 М 87, гал. 10^m , E2 в скопл. Девы. $z=0,041$ (знаменитый выброс разм. $20''$ с частичной поляриз., опт. излуч.).
 3C 279 Квазар, $z=0,538$, $m_V=17^m,5$.
 405 Пекул. гал. $\sim 7^m$, эмисс., $z=0,015$, в центре 2 комп. диаметром $3,5$ кпс на расст. 8 кпс друг от друга, + крупномасштабная структура ~ 1000 кпс . Сильная линейная поляризация радиоизлучения.
 3C 295 Гал. $20^m,9$, $z=0,461$. Наибольшая радиосветимость среди галактик.
 489 Гал. E1 (или S0) 18^m , diam. $4''$, $z=0,154$.
 496 Гал. 15^m , на расст. ~ 65 Мпс .
 591 Гал. $15^m,3$ с эмисс. спектром, разм. $18'' \times 30''$, $z=0,057$.
 3C 454.3 Квазар, $z=0,895$.
 СТА 102 Квазар $17^m,3$. $z=1,037$.

* — переменный поток радиоизлучения. Все квазары, включенные в табл., оптически переменные.

Список пульсаров, открытых до начала 1971 г.

(по Y. Terzian, Aresibo Obs., Препринт CRSR № 365, 1970 и по IAU Circ. №№ 2295 и 2287)

Пульсар	α_{1950}	δ_{1950}	l	b	P , сек	Имп. мсек.	r^*), кпс	z , кпс
	h m s							
MP 0031	00 31 37	-07°37' "	111°	-69°	0,942950780	25:	0,21e	-0,20
MP 0254	02 54 24	-54	271	-55	0,448	10	0,24e	-0,20
CP 0329	03 29 11	+54 24 38	145	-1	0,7145185076	7	2,00bd	-0,04
MP 0450	04 50 22	-17 50	215	-33	0,549690	20:	0,33a	-0,18
MP 0525 ¹⁾	05 25 45	+21 58	184	-7	3,74591	148	2,00b	-0,24
NP 0531 ²⁾	05 31 32	+21 58 55	185	-6	0,03309932409	3	2,00c	-0,17
NSR 0628 ³⁾	06 28 53	-28 33	236	-16	1,2444149	50:	0,33a	-0,10
PP 0736 ⁴⁾	07 36 51	-40 34 30	253	-9	0,374918324	22	1,00f	-0,16
PSR 0740	07 40 48	-28	243	-2	0,167	< 10	—	—
CP 0808	08 08 58	+74 38 10	140	+32	1,292241325	40	0,19a	+0,10
MP 0818	08 18 06	-13 40	235	+13	1,238123	25:	> 0,25a	+0,06
AP 0823	08 23 51	+26 47 18	197	+32	0,53065960347	13	0,63a	+0,33
PSR 0833 ⁵⁾	08 33 39	-45 00 06	264	-3	0,089209298267	2	0,50c	-0,03
CP 0834 ⁶⁾	08 34 26	+06 20 47	220	+26	1,2737631515	38	0,43a	+0,19
MP 0835	08 35 34	-40	260	+0	0,765	20	1,20f	+0,02
PSR 0904	09 04	+77 40	135	+34	1,57902	< 80	—	—
MP 0940	09 40 40	-56	279	-2	0,662	30	2,30b	-0,12
PP 0943	09 43 20	+10 05 33	225	+43	1,097707	50	0,30e	+0,20
CP 0950	09 50 31	+08 09 56	229	+44	0,25306504020	15	0,29e	+0,20
MP 0959	09 59 51	-54 37	279	+1	1,436551	50	2,30b	+0,04
CP 1133	11 33 27	+16 07 30	242	+69	1,18791104904	40	0,21e	+0,20
MP 1154	11 54 45	-62	297	-0	0,400	—	2,70f	-0,00
AP 1237	12 37 17	+25 09 30	253	+86	1,382448573	60	0,20e	+0,20
MP 1240	12 40 21	-63 36	302	-0	0,388	60:	2,20f	-0,04
MP 1359	13 59 43	-50	314	+11	0,690	20:	0,50a	+0,10
MP 1426	14 26 35	-66	313	-5	0,788	10	1,50b	-0,13
MP 1449	14 49 22	-65	315	-5	0,180	5:	1,70b	-0,15
PSR 1451	14 51 29	-68 32	314	-8	0,263376764	25	0,40a	-0,06
HP 1508	15 08 03	+55 42 50	91	+52	0,739677616	15	0,25e	+0,02
MP 1530	15 30 23	-53 30	326	+3	1,368852	25:	0,67a	+0,02
AP 1541	15 41 10	+09 38	18	+46	0,74839	100:	1,20a	+0,86
MP 1604	16 04 37	-00 23	12	+36	0,4218158	20:	0,25a	+0,14
PSR 1642 ⁷⁾	16 42 15	-03 12 36	14	+26	0,38768739	20	1,30a	+0,57
MP 1700	17 00	+17	37	+32	1,000	—	—	—
MP 1706	17 06 35	-16 37	7	+14	0,653050423	14	0,33a	+0,08
MP 1727	17 27 50	-47 40	344	-7	0,829683	30	1,50b	-0,24
MP 1747	17 47 56	-46 56	347	-9	0,742349	20	1,50b	-0,29
PSR 1749 ⁸⁾	17 49 49	-28 06 07	2	-1	0,5625533260	5	1,60b	-0,03
MP 1818	18 18 14	-04 28	26	+5	0,598072601	20:	2,40b	+0,25
JP 1845	18 45 10	-04 00	29	-1	0,597731	20	< 3,00(a)	-0,06
MP 1857	18 57 44	-26 00	10	-13	0,612214	25	1,00a	—
JP 1858	18 58 40	+03 24	37	-1	0,655444	120	—	—
MP 1911	19 11 15	-04 47	33	-6	0,825933659	14	0,75f	-0,09
CP 1919	19 19 37	+21 47 02	56	+4	1,337301133	30	0,42a	+0,03
PSR 1929	19 29 52	+10 52 49	47	-4	0,2265170227	6	0,27a	-0,02
JP 1933	19 33 32	+16 09 59	52	-2	0,35873517339	7	1,43f	-0,05
MP 1944	19 44 38	+17 55	55	-4	0,440609	20	0,70a	-0,05
JP 1946	19 46 10	+35 25	71	+5	0,717306	21	1,00(a)	+0,08
JP 1953	19 53 00	+29 12	66	+1	0,426676	20	0,35(a)	+0,01
JP 2003	20 03 00	+31 30	69	0	2,111206	25	1,00(a)	0,00
AP 2016	20 16 00	+28 30 31	68	-4	0,55795339979	14	0,47a	-0,03
PSR 2020	20 20 32	+29	69	-5	0,344	—	—	—
JP 2021	20 21 50	+51 44 30	88	+8	0,529195240	15	0,33a	+0,05
PSR 2045 ⁹⁾	20 45 46	-16 27 25	32	-33	1,9615663519	40	0,38a	-0,18
JP 2111	21 11 40	+46 36	89	-1	1,014686	29	1,00f	-0,02
PSR 2218	22 18 18	+47 40	98	-8	0,538467383	< 30	2,50b	-0,35
AP 2303	23 03 30	+30 45	98	-27	1,575869	30	> 0,40f	-0,18
JP 2319	23 19 15	+60 00	112	-1	2,256483	140	0,80(a)	-0,01

*) Расстояния оценены из разных предположений: а) $\langle n_e \rangle = 0,03 \text{ см}^{-3}$; б) принадлежит спиральной ветви; с) по оптич. идентификации; d) по поглощению в 21 см; е) $\beta = 200 \text{ пс}$ (при $b > 35^\circ$); f) $\langle n_e \rangle = 0,10 \text{ см}^{-3}$ (при малых b и при H II).

Примечания: 1) 1°,5 от Крабовидной туманности, но м. б. вылетел из нее; 2) совпадает с центром Краба, γ -излучение? Пульсации (также два субимпульса) в видимых лучах звезды $V=16^m,5$, $\Delta P = +36,5 \cdot 10^{-9} \text{ сек/сутки}$; 3) $\Delta P = +8,6 \cdot 10^{-9} \text{ сек/сутки}$; 4) $\Delta P = +1,7 \cdot 10^{-9} \text{ сек/сутки}$; 5) ост. SN отожд. с радиотуманностью Vel X, $\Delta P = +10,8 \cdot 10^{-9} \text{ сек/сутки}$; 6) $\Delta P = +0,59 \cdot 10^{-9} \text{ сек/сутки}$; 7) $\Delta P = +0,54 \cdot 10^{-9} \text{ сек/сутки}$; 8) $\Delta P = +0,71 \cdot 10^{-9} \text{ сек/сутки}$; 9) $\Delta P = +0,96 \cdot 10^{-9} \text{ сек/сутки}$.

ТАБЛИЦА 65
Местная группа галактик

Название, созвездие	α_{1950}	δ_{1950}	l	b	Тип	Спектр	m_B	Расст., Mpc
	h m							
Галактика	17 42,5	—28°59'	0°,0	0°,0	Sb или Sc	—	m	0,01
NGC 147 Cas	0 30,4	+48°14'	119,8	—14,3	dE4p	—	10,6	0,69
185 Cas	0 36,1	+48 04	120,8	—14,5	dE0	G0	10,3	0,69
205 And	0 37,6	+41 25	120,7	—21,1	E6p	A8	8,9	0,69
221 (M 32) And	0 40,0	+40 36	121,2	—22,0	E2	G3	9,1	0,69
224 (M 31) And	0 40,0	+41 00	121,2	—21,6	Sb I—II	G5	4,3	0,69
598 (M 33) Tri	01 31,1	+30 24	133,6	—31,3	Sc II—III	G2	6,3	0,72
6822 Sgr	19 42,1	—14 53	25,4	—18,4	Ir IV—V	Em	9,3	0,50
IC 1613 Cet	01 02,3	+01 51	129,9	—60,6	Ir V	—	10,1	0,66
MMO Dor	0 51	—73 10	302,8	—44,3	Ir IV—V	—	2,8	0,05
Scl	0 57,5	—33 58	287,8	—83,2	dE3p	—	9,2	0,11
For	02 37,5	—34 44	237,3	—65,7	dEp	F0	9,1	0,23
БМО Tuc	05 24	—69 50	280,5	—32,9	SBc III—IV	A7	0,6	0,05
Leo A (III)	09 56,6	+31 00	196,9	+52,4	Ir	—	13,1	1,10
Leo I	10 05,8	+12 33	226,0	49,1	dE4p	—	11,3	0,23
Leo B (II)	11 10,8	+22 26	220,1	+67,2	Ir—dE4	—	12,9	0,23

Название созвездие	$(m - M - A)_B$	$X,$ Mpc	$Y,$ Mpc	$Z,$ Mpc	$-M_B$	Диаметр, b'	$V_r,$ км/сек	M $10^{11} M_\odot$
Галактика	—	0,00	0,00	0,00	18,8	(30 кпс)	—	$1,3 \cdot 10^{11}$
NGC 147 Cas	24,2:	+0,64	—0,18	+0,18	14,4	18' × 12'	—	—
185 Cas	24,2:	+0,64	—0,18	+0,17	14,7	14 × 12	—10	—
205 And	24,2	+0,62	—0,26	+0,16	15,8	26 × 16	—6	—
221 (M 32) And	24,2	+0,62	—0,27	+0,15	15,6	12 × 8	+17	$4 \cdot 10^9$
224 (M 31) And	24,2	+0,62	—0,26	+0,15	20,3	245 × 75	—68	$3 \cdot 10^{11}$
598 (M 33) Tri	24,3	+0,62	—0,37	0,00	18,3	83 × 53	—11	$8 \cdot 10^9$
6822 Sgr	23,5	—0,18	—0,21	+0,42	14,8	20 × 20	+73	$1,4 \cdot 10^9$
IC 1613 Cet	24,1	+0,33	—0,57	—0,02	14,2	23 × 23	—129	$3,9 \cdot 10^8$
MMO Dor	18,5	—0,03	—0,03	—0,01	16,0	220 × 220	—13	$1,5 \cdot 10^9$
Scl	20,2:	—0,01	—0,11	—0,02	11,2	45 × 40	—	$3 \cdot 10^6$
For	21,8:	—0,01	—0,20	—0,12	12,9	50 × 35	—70	$1,5 \cdot 10^7$
БМО Tuc	18,3	—0,03	—0,02	—0,03	18,1	430 × 430	+16	$6 \cdot 10^9$
Leo A (III)	25,2:	+0,33	+0,93	—0,48	12,3	7 × 4	—	—
Leo I	21,8:	0,00	+0,19	—0,13	10,7	14 × 10	—	$1,1 \cdot 10^6$
Leo B (II)	21,8:	+0,01	+0,22	—0,06	9,1	11 × 10	—	—

Еще входят в местную группу несколько шаровых скоплений, слишком далеких от центра Галактики. Возможными членами могут быть: IC 10 Cas, $11^m,7$, Ir IV, на расст. $1,26 Mpc$, Sex B, Ir IV—V, $12^m,0$, Sex A, Ir V, $11^m,7$, на расст. $1,00 Mpc$ и еще 3—4 карликовые системы. Основные данные Ж. де Вокулера (препринт, 1970) оценки масс по ван ден Бергу (JRAS Can 62, № 4, 5, 1968), лучевые скорости исправлены за пекулярное движение Солнца к апексу и за его участие во вращении Галактики.

ТАБЛИЦА 66А
Некоторые скопления галактик

Созвездие	α_{1950}	δ_{1950}	Расст. в Мпс *)	Лучевая скорость в км/сек	$\overline{m}_{ph}$ галактик	Число галак- тик	Диа- метр скопл.
	^h ^m				^m		
Дева	12 25	+12°	12	+1200	+12,5	> 2500	16°
Пегас	23 18	+8	7	+3800	+15,5	100	2°
Рак	8 18	+21	9	+4900	+15,4	150	1°,5
Персей	3 15	+41	11	+5250	+16,4	500	2°
Волосы Вероники	12 56	+28	14	+7500	+17,0	800	4°
Б. Медведица (I)	11 43	+57	23	+11800	+18,0	300	40'
Лев	10 24	+11	36	+19600	+19,0	400	35'
Близнецы	7 04	+35	42	+24000	+19,5±	400	—
Волопас	14 30	+32	70	+39500	+21±	400	—
Б. Медведица (II) . . .	10 55	+58	73	+42000	+21±	400	—

*) При $H=100$ км/сек/Мпс.

ТАБЛИЦА 66Б
Яркие члены скопления галактик в созвездии Девы

Скопление в Деве представляет собой овальное пятно 16°×10°, площадь которого равна ~0,6% всей площади северной полусферы. В нем сосредоточено 22% галактик ярче 12^m, в том числе десять ярких галактик, имеющих следующие номера NGC (частично скопление распространяется на созвездие Волосы Вероники):

Галактика	Тип	m_{ph}	Галактика	Тип	m_{ph}
		^m			^m
NGC 4212	Sc	11,7	NGC 4374	S0	10,2
4216	Sb	10,9	4406	E	10,1
4254	Sc	10,4	4472	E	9,3
4303	Sc	10,0	4486	E	9,6
4321	Sc	10,1	4501	Sb	10,1

НЕКОТОРЫЕ АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

ТАБЛИЦА 67
Поглощение света в земной атмосфере

z	$F(z)$	Δm_z	z	$F(z)$	Δm_z	z	$F(z)$	Δm_z
0°	1,000	0,00	60	1,995	0,23	76	4,075	0,71
10	1,015	0,00	62	2,123	0,26	77	4,372	0,77
20	1,064	0,01	64	2,274	0,30	78	4,716	0,83
25	1,103	0,02	66	2,447	0,34	79	5,120	0,91
30	1,154	0,03	68	2,654	0,39	80	5,60	0,99
35	1,220	0,04	70	2,904	0,43	84	8,90	1,52
40	1,304	0,06	72	3,209	0,52	85	10,40	1,77
45	1,413	0,09	73	3,388	0,56	86	12,44	2,12
50	1,553	0,12	74	3,588	0,60	87	15,36	2,61
55	1,742	0,17	75	3,816	0,65			

Разность поглощений на данном видимом зенитном расстоянии z и в зените Δm_z основана на коэффициенте прозрачности $p=0,835$. Данные приведены для $t=0^\circ$ и давления в 760 мм. При давлении B мм разность поглощений равна табличной, умноженной на B мм/760 мм. Для любого другого значения p поправка за поглощение вычисляется по формуле: $\Delta m_z = \Delta m_0 - 2,5 \lg p [F(z) - 1]$, где $F(z)$ — масса воздуха, проходимого лучом, выраженная в единицах массы воздуха в направлении на зенит, а $\Delta m_0 = 0^m,21$ для визуальных лучей и $0^m,44$ для фотографических. Разность для фотографических лучей вдвое больше, но для точных фотометрических работ используется только до z 40—45°.

ТАБЛИЦА 68А

Средняя рефракция

(по Бесселю) при температуре $t^{\circ}=+10^{\circ}\text{C}$ и барометрическом давлении $B=760\text{ мм}$

z	R	z	R	z	R	z	R	z	R	z	R
0°	0'00"	18°	0'19"	36°	0'42"	54°	1'20"	66°0	2'10"	75°0'	3'34"
1	1	19	20	37	44	55	1 23	66,5	2 13	75 20	3 39
2	2	20	21	38	45	56	1 26	67,0	2 16	75 40	3 44
3	3	21	22	39	47	57	1 29	67,5	2 20	76 0	3 49
4	4	22	24	40	49	58	1 33	68,0	2 23	76 20	3 55
5	5	23	25	41	51	59	1 37	68,5	2 27	76 40	4 01
6	6	24	26	42	52	60,0	1 41	69,0	2 31	77 0	4 07
7	7	25	27	43	54	60,5	1 43	69,5	2 35	77 20	4 13
8	8	26	28	44	56	61,0	1 45	70,0	2 39	77 40	4 20
9	9	27	30	45	0 58	61,5	1 47	70,5	2 43	78 0	4 27
10	10	28	31	46	1 00	62,0	1 49	71,0	2 48	78 20	4 35
11	11	29	32	47	1 02	62,5	1 52	71,5	2 52	78 40	4 43
12	12	30	34	48	1 05	63,0	1 54	72,0	2 57	79 0	4 51
13	13	31	35	49	1 07	63,5	1 56	72,5	3 02	79 20	5 00
14	15	32	36	50	1 09	64,0	1 59	73,0	3 08	79 40	5 09
15	16	33	38	51	1 12	64,5	2 01	73,5	3 14	80 0	5 19
16	17	34	39	52	1 14	65,0	2 04	74,0	3 20	82 0	6 33
17	18	35	41	53	1 17	65,5	2 07	74,5	3 27	85 0	9 52
18	0 19	36	0 42	54	1 20	66,0	2 10	75,0	3 34	90 0	35 24

ТАБЛИЦА 68Б

Поправка к средней рефракции R за температуру t° воздуха

$\begin{matrix} R \\ t^{\circ} \end{matrix}$	0'	1	2'	3'	4'	5'	6'
—30°	0"	+10"	+20"	+30"	+40"	+51"	+62"
—25	0	+ 8	+17	+26	+35	+44	+53
—20	0	+ 7	+14	+22	+29	+37	+45
—15	0	+ 6	+12	+17	+24	+30	+37
—10	0	+ 5	+ 9	+14	+19	+24	+29
— 5	0	+ 3	+ 7	+10	+14	+17	+21
0	0	+ 2	+ 4	+ 7	+ 9	+11	+14
+ 5	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 6	+ 7
+10	0	0	0	0	0	0	0
+15	0	— 1	— 2	— 3	— 4	— 5	— 7
+20	0	— 2	— 4	— 6	— 8	—11	—13
+25	0	— 3	— 6	— 9	—12	—16	—19
+30	0	— 4	— 8	—12	—16	—20	—25
+35	0	— 5	—10	—15	—20	—25	—31
+40	0	— 6	—12	—18	—23	—30	—36

ТАБЛИЦА 68 В

Поправка к средней рефракции R за барометрическое давление B в мм

R B	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'
660	0"	—8"	—16"	—24"	—32"	—40"	—48"
670	0	—7	—14	—21	—29	—36	—43
680	0	—6	—13	—19	—25	—32	—38
690	0	—6	—11	—17	—22	—28	—33
700	0	—5	— 9	—14	—19	—24	—29
710	0	—4	— 8	—12	—16	—20	—24
720	0	—3	— 6	— 9	—13	—16	—19
730	0	—2	— 5	— 7	—10	—12	—14
740	0	—2	— 3	— 5	— 6	— 8	—10
750	0	—1	— 2	— 2	— 3	— 4	— 5
760	0	0	0	0	0	0	0
770	0	+1	+ 2	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5
780	0	+2	+ 3	+ 5	+ 6	+ 8	+10
790	0	+2	+ 5	+ 7	+10	+12	+14
800	0	+3	+ 6	+10	+13	+16	+19

ТАБЛИЦА 69

Распределение энергии в спектре Солнца

Поток радиации вне атмосферы в $\text{эрг}\cdot\text{см}^{-2}\text{сек}^{-1}\text{ \AA}^{-1}$ (по Джонсону, 1960 г.)

УФ		Виз.		ИК	
λ (Å)	F_{λ}	λ (Å)	F_{λ}	λ (Å)	F_{λ}
2200	3,0	4000	154	7000	144
2300	5,2	4200	192	7500	127
2400	5,8	4400	203	8000	112,7
2500	6,4	4600	216	8500	100,3
2600	13	4800	216	9000	89,5
2700	25	5000	198	10000	72,5
2800	24	5200	187	11000	60,6
2900	52	5400	198	12000	50,1
3000	61	5600	190	13000	46,6
3100	76	5800	187	14000	32,8
3200	85	6000	181	15000	26,7
3300	115	6200	174	16000	22,0
3400	111	6400	166	18000	15,2
3500	118	6600	159	20000	10,79
3600	116	6800	151	25000	5,09
3700	133			30000	2,68
3800	123			35000	1,53
3900	112			40000	0,95
				45000	0,61
				50000	0,42
				60000	0,21
				70000	0,12

Т А Б Л И Ц А 70
Основные линии солнечного спектра, наблюдаемого с поверхности Земли

Обознач	λ_0 в Å	Интенс.	Элемент	Цвет	Обознач.	λ_0 в Å	Интенс.	Элемент	Цвет
A	7621,3	3—25	O ₂ *)	к					
	7594,1	?	*)	к	F (H β)	4861,344	30	H	г
a	7184,6	?	H ₂ O *)	к		4404,763	10	Fe	с
B	6870,2	0—15	O ₂ *)	к	d	4383,559	15	Fe	с
C (H α)	6562,816	40	H	к	G (H γ)	4340,477	20	H	ф
α	6278,1	?	...	о	f	4325,8	8	Fe	ф
D ₁	5895,944	20	Na	ж	G	{ 4307,914	6	Fe, Ti ⁺	ф
D ₂	5889,977	30	Na	ж		{ 4307,749	3	Ca	ф
D ₃	5875,618	2	He **)	ж	g	4226,742	20	Ca	ф
	5316,8	2	Fe ⁺ ***)	з		{ 4101,750	40	H	ф
	5316,6	4	Sc, Fe ⁺	з	h (H δ)	{ 4101,685	3	Fe	ф
E ₁	5270,3	7	Fe, Ca	з		4063,607	20	Fe	ф
E ₂	5269,56	8	Fe	з		4045,827	30	Fe	ф
b ₁	5183,621	30	Mg	з	H	3968,494	700	Ca ⁺	ф
b ₂	5172,700	20	Mg	з	K	3933,684	1000	Ca ⁺	ф
b ₃	5169,0	4	Fe ⁺	з	L	3820,438	25	Fe, C	ф
	{ 5167,510	5	Fe	з	M	3734,876	40	Fe	ф
b ₄	{ 5167,330	15	Mg	з	N	3581,210	30	Fe	ф

*) Теллурические линии (линии поглощения земной атмосферы, от слова Telluris — Земля); их интенсивность зависит от состояния атмосферы.

**) Линия, испускаемая только хромосферой.

***) + обозначает однажды ионизованный атом.

Т А Б Л И Ц А 71
Относительная спектральная чувствительность глаза

Длина волны в Å	Дневное зрение (колбочки)	Ночное зрение (палочки)	Длина волны в Å	Дневное зрение (колбочки)	Ночное зрение (палочки)
3800	0,00004	—	5800	0,870	0,140
3900	0,00012	—	5900	0,757	0,083
4000	0,0004	0,0185	6000	0,631	0,0490
4100	0,0012	0,040	6100	0,503	0,0300
4200	0,0040	0,076	6200	0,381	0,0175
4300	0,0116	0,132	6300	0,265	0,0100
4400	0,023	0,213	6400	0,175	0,0058
4500	0,038	0,302	6500	0,107	0,0032
4600	0,060	0,406	6600	0,061	0,0017
4700	0,091	0,520	6700	0,032	0,00087
4800	0,139	0,650	6800	0,017	0,00044
4900	0,208	0,770	6900	0,0082	0,00021
5000	0,323	0,900	7000	0,0041	0,00010
5100	0,503	0,985	7100	0,0021	—
5200	0,710	0,960	7200	0,00105	—
5300	0,862	0,840	7300	0,00052	—
5400	0,954	0,680	7400	0,00025	—
5500	0,995	0,500	7500	0,00012	—
5600	0,995	0,350	7600	0,00006	—
5700	0,952	0,228	7700	0,00003	—

Визуальные абсолютные звездные величины звезд различных последовательностей диаграммы Герцшпрунга — Рассела

Спектр	Ярчайшие сверхгиганты	Сверхгиганты			Яркие ги- ганты	Нормальные гиганты	Субгиганты	Главная последова- тельность	Субкарли- ки *)	Белые кар- лики
	Ia — 0	Ia	Iab	Ib	II	III	IV	V	VI	VII
O5	—	—	—	—	—	—	—	^M —5,6	—	—
O7	—	—	—	—	—	—	—	—5,2	—	—
O9	—	^M —6,2	^M —6,2	^M —6,1	^M —6,0	^M —5,7	^M —5,3	—4,7	—	—
B0	^M —8,1	—6,2	—6,2	—5,8	—5,4	—5,0	—4,8	—4,2	—	^M +10,2
B2	—8,2	—6,8	—6,3	—5,7	—4,8	—3,6	—3,1	—2,5	—	+10,4
B5	—8,3	—7,0	—6,3	—5,7	—4,4	—2,2	—1,8	—1,0	—	+10,6
B8	—8,3	—7,2	—6,5	—5,6	—	—1,0	—0,7	+0,0	—	+10,8
A0	—8,4	—7,1	—6,6	—5,2	—	(+0,1)	+0,3	+1,0	^M +2,3	+11,2
A2	—8,5	—7,5	—6,7	—5,0	—2,9	(+0,7)	+1,0	+1,6	+2,9	+11,7
A5	—8,5	—7,7	—6,9	—4,8	—2,7	+1,1	+1,4	+2,1	+3,3	+12,3
A8	—8,6	—8,1	—	—4,8	—2,6	+1,3	+2,0	+2,5	+3,6	+12,8
F0	—8,7	—8,5	—6,6	—4,8	—2,5	+1,5	+2,2	+2,7	—	+13,0
F2	—8,8	—8,4	—6,6	—4,7	—2,5	+1,6	+2,4	+3,1	—	+13,3
F5	—8,9	—8,2	—6,5	—4,6	—2,3	+1,7	+2,5	+3,6	—	+13,7
F7	—8,9	—8,0	—6,4	—4,6	—2,2	+1,7	+2,6	+4,0	—	+14,0
G0	—9,0	—8,0	—6,3	—4,6	—2,1	(+1,0)	+3,0	+4,6	+5,7	+14,4
G2	—9,0	—8,0	—6,2	—4,6	—2,0	—	+3,0	+4,8	+6,0	+14,6
G5	—	—8,0	—6,2	—4,6	—2,0	(+1,0)	+3,1	+5,2	+6,3	+15,0
G8	—	—8,0	—6,1	—4,6	—2,0	(+1,6)	+3,2	+5,5	+6,6	+15,2
K0	—	—8,0	—6,1	—4,5	—2,0	+1,2	+3,2	+5,8	+6,9	+15,4
K2	—	—8,0	—6,0	—4,5	—2,0	+0,8	—	+6,3	+7,7	—
K5	—	—8,0	—5,9	—4,6	—2,0	+0,0	—	+7,5	+9,7	—
K7	—	—	—5,8	—4,7	—2,3	—	—	+8,3	—	—
M0	—	—7	—5,7	—4,8	—2,5	—0,1	—	+8,9	+10,9	—
M2	—	—7	—5,6	—4,8	—2,5	—0,6	—	+10,3	+12,1	—
M4	—	—7	—5,6	—4,8	—2,5	—0,8	—	+11,4	+12,8	—
M6	—							(+13,2)	(+14,0)	
M8	—							(+16,5)		

*) Некоторые полагают, что последовательность субкарликов совпадает с нижней границей главной последовательности после учета различия показателя цвета этих звезд и звезд с нормальным содержанием металлов (карликов).

ТАБЛИЦА 73
Болометрические поправки в зависимости от спектрального класса
и класса светимости

Спектр Sp	Болометр. поправка В.С.	Спектр Sp	Болометр. поправка В.С.
Главная последовательность V		Гиганты III	
	M		M
O5	—4,6	G0	—0,1
B0	—3,0	G5	—0,3
B2	—2,6	K0	—0,6
B5	—1,6	K5	—1,0
B8	—1,0	M0	—1,7
A0	—0,68	M5	—3,0
A5	—0,30	Сверхгиганты Ia, b	
F0	—0,10	B0	—3,0
F5	0,00	A0	—0,7
G0	—0,03	F0	—0,2
G5	—0,10	G0	—0,3
K0	—0,20	G5	—0,6
K5	—0,58	K0	—1,0
M0	—1,20	K5	—1,6
M5	—2,1	M0	—2,5
		M5	—4,0

ТАБЛИЦА 74
Эффективные температуры звезд в зависимости от спектрального
класса и класса светимости

Спектр	T_e ¹⁾	T_e ²⁾	T_e ³⁾	Спектр	T_e ⁴⁾	T_e ²⁾	T_e ³⁾
Главная последоват V				Гиганты III			
B0	37800°	26500	—	G0	5400°	—	5300°
B3	20250	15500	—	G5	4700	5050°	4650
B5	14820	13800	15600°	K0	4100	4760	4200
A0	9710	9500°	11000	K5	3500	3820	3550
A5	8400	8220	8700	M0	2900	3680	3340
F0	7650	7180	—	M5	—	2800	2710
F5	6650	6570	6600	Сверхгиганты I			
F8	—	6230	6150	F0	6400	7400	—
G0	5960	5940	6000	G0	5400	5900	5000
G5	5270	5670	5520	G5	4700	5330	4290
K0	4900	5290	5120	K0	4000	4850	—
K5	4350	4410	4400	K5	3400	3820	3320
M0	3860	3750	—	M0	2800	3680	3210
M2	3530	3400	—	M5	—	2800	—
M6	3480	2950	—				

¹⁾ по Пиловскому (см. LB, 393).
²⁾ по Джонсону A&Ap 4, 1966, 196—197.
³⁾ по Андерхилл HdPh 51, 83.
⁴⁾ по Аллену (Астрофиз. величины 2-е изд., Лондон 1963).

ТАБЛИЦА 75
 Нормальные показатели цвета $(B - V)_0$ и $(U - B)_0$ звезд в зависимости
 от спектра и класса светимости

Спектр	Главная послед. V		Нормальные гиганты III		Яркие гиганты II		Сверхгиганты I		Белые карлики VII	
	$(B - V)_0$	$(U - B)_0$	$(B - V)_0$	$(U - B)_0$	$(B - V)_0$	$(U - B)_0$	$(B - V)_0$	$(U - B)_0$	$(B - V)_0$	$(U - B)_0$
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
O5	−0,34	−1,17	−0,34	−1,17	−0,34	−1,17	−0,34	−1,17	—	—
O8	−0,32	−1,14	−0,32	−1,14	−0,32	−1,13	−0,30	−1,14	—	—
B0	−0,30	−1,08	−0,29	−1,09	−0,28	−1,10	−0,22	−1,07	−0,28	—
B2	−0,26	−0,87	−0,24	−0,90	−0,23	−0,95	−0,16	−0,94	—	—
B5	−0,18	−0,58	−0,18	−0,60	−0,16	−0,70	−0,10	−0,76	—	—
B8	−0,12	−0,34	−0,12	(−0,34)	−0,10	(−0,43)	−0,04	−0,58	—	−1,02
A0	−0,02	−0,02	−0,02	(−0,03)	−0,04	(−0,09)	−0,02	−0,34	0,00	−0,79
A2	+0,05	+0,05	+0,03	+0,05	+0,02	—	−0,02	—	+0,07	−0,63
A5	+0,15	+0,09	+0,15	+0,10	+0,12	—	+0,06	—	+0,16	−0,58
A7	+0,19	+0,09	+0,18	+0,13	+0,18	—	+0,11	—	+0,22	−0,58
F0	+0,29	+0,02	+0,27	+0,10	+0,25	—	+0,18	+0,20	+0,29	−0,56
F5	+0,42	−0,01	+0,42	+0,07	+0,38	+0,24	+0,36	+0,30	+0,42	—
G0	+0,58	+0,05	+0,66	(+0,27)	+0,72	(+0,37)	+0,70	+0,49	+0,56	−0,20
G5	+0,68	+0,21	(+0,81)	+0,50	+0,90	+0,55	+1,04	+0,80	+0,68	—
K0	+0,81	+0,48	+0,99	+0,85	+1,10	+1,00	+1,30	(+1,15)	+0,81	—
K3	0,97	+0,88	+1,28	+1,42	+1,40	(+1,56)	+1,52	—	+0,96	(+0,37)
K5	+1,15	+1,08	+1,50	+1,80	+1,54	(+1,82)	+1,58	+1,74	—	—
M0	+1,40	+1,23	+1,54	+1,84	—	—	—	+1,75	—	—
M2	+1,49	+1,16	+1,57	+1,85	—	—	+1,76	+1,95	—	—
M5	+1,58	+1,24	(+1,75)	—	—	—	—	—	—	—

ТАБЛИЦА 76
 Массы, радиусы, средние плотности звезд и ускорения силы тяжести
 на их поверхности (в единицах солнечных)

Классы светим. Спектр	M массы			R, радиусы			Логарифм средней плотности, ρ			Логарифм величин ускорения, g		
	V	III	I	V	III	I	V	III	I	V	III	I
O5	50			18			−2,1			−0,90		
O8	23											
B0	17,5		50	7,5	16	20	−1,4		−2,2	−0,52		−0,9
B5	6,5		25	4,0	10	30	−0,99		−3,0	−0,39		−1,6
A0	3,2		16	2,6	6	40	−0,73		−3,6	−0,33		−2,0
A5	2,1		13	1,8	—	50	−0,45		−4,0	−0,18		−2,3
F0	1,8		12	1,4	—	60	−0,15		−4,3	−0,01		−2,5
F5	1,5		10	1,2	4	80	−0,10		−4,7	+0,00		−2,8
G0	1,1	2,5	10	1,0	6	100	−0,02	−2,0	−5,0	+0,00	−1,2	−3,0
G5	0,9	3,0	12	0,9	10	130	+0,06	−2,5	−5,1	+0,03	−1,5	−3,1
K0	0,8	3,5	13	0,8	16	200	+0,11	−3,1	−5,8	+0,04	−1,9	−3,5
K5	0,65	4,5	15	0,7	25	400	+0,20	−3,6	−6,6	+0,07	−2,2	−4,0
M0	0,5	5,0	17	0,6	(40)	500	+0,29	−4,1	−6,9	+0,09	−2,5	−4,2
M2	0,4	5,5	20	0,5		800	+0,5		−7,4	+0,2		−4,5
M5	(0,2)	(6)		0,3			+0,8			+0,3		
M8	(0,1)			0,1			+1,7			+0,8		

Примечание. Массы белых карликов: $M = (0,6 \pm 0,3) M_{\odot}$; их радиусы: $R = 0,013 R_{\odot}$.

НЕКОТОРЫЕ ЗВЕЗДНО-АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

ТАБЛИЦА 77

Соотношение между абсолютной звездной величиной M_V и светимостью L , выраженной в единицах светимости Солнца ($M_{\odot} = +4^m,77$)

M_V	L	M_V	L	M_V	L	M_V	L	M_V	L	M_V	$L \cdot 10^4$
m		m		m		m		m		m	
-9,0	320000	-3,7	2460	+0,6	46,8	+4,9	0,89	+9,2	0,0170	+13,4	36
-8,8	270000	-3,6	2240	+0,7	42,7	5,0	0,81	9,3	0,0155	13,5	32
-8,6	224000	-3,5	2040	+0,8	38,9	5,1	0,74	9,4	0,0141	13,6	30
-8,4	186000	-3,4	1860	+0,9	35,5	5,2	0,68	9,5	0,0129	13,7	27
-8,2	155000	-3,3	1700	+1,0	32,4	5,3	0,62	9,6	0,0117	13,8	25
-8,0	129000	-3,2	1550	+1,1	29,5	5,4	0,56	9,7	0,0107	13,9	22
-7,8	107000	-3,1	1410	+1,2	27,0	5,5	0,51	9,8	0,0098	14,0	20
-7,6	89000	-3,0	1290	+1,3	24,6	5,6	0,47	9,9	0,0089	14,1	19
-7,4	74000	-2,9	1170	+1,4	22,4	5,7	0,43	10,0	0,0081	14,2	17
-7,2	62000	-2,8	1070	+1,5	20,4	5,8	0,39	10,1	0,0074	14,3	155
-7,0	51000	-2,7	980	+1,6	18,65	5,9	0,36	10,2	0,0068	14,4	141
-6,9	47000	-2,6	890	+1,7	17,00	6,0	0,32	10,3	0,0062	14,5	129
-6,8	43000	-2,5	810	+1,8	15,50	6,1	0,30	10,4	0,0056	14,6	117
-6,7	39000	-2,4	740	+1,9	14,13	6,2	0,27	10,5	0,0051	14,7	107
-6,6	36000	-2,3	680	+2,0	12,90	6,3	0,25	10,6	0,0047	14,8	098
-6,5	32000	-2,2	620	+2,1	11,72	6,4	0,22	10,7	0,0043	14,9	089
-6,4	30000	-2,1	560	+2,2	10,71	6,5	0,20	10,8	0,0039	15,0	081
-6,3	27000	-2,0	510	+2,3	9,76	6,6	0,19	10,9	0,0036	15,2	068
-6,2	24600	-1,9	470	+2,4	8,92	6,7	0,17	11,0	0,0032	15,4	056
-6,1	22400	-1,8	430	+2,5	8,13	6,8	0,16	11,1	0,0029	15,6	047
-6,0	20400	-1,7	390	+2,6	7,41	6,9	0,14	11,2	0,0027	15,8	039
-5,9	18600	-1,6	355	+2,7	6,78	7,0	0,13	11,3	0,0025	16,0	032
-5,8	17000	-1,5	324	+2,8	6,16	7,1	0,12	11,4	0,0022	16,2	027
-5,7	15500	-1,4	295	+2,9	5,62	7,2	0,107	11,5	0,0020	16,4	022
-5,6	14100	-1,3	270	+3,0	5,14	7,3	0,098	11,6	0,0019	16,6	019
-5,5	12900	-1,2	246	+3,1	4,68	7,4	0,089	11,7	0,0017	16,8	016
-5,4	11700	-1,1	224	+3,2	4,26	7,5	0,081	11,8	0,00155	17,0	013
-5,3	10700	-1,0	204	+3,3	3,89	7,6	0,074	11,9	0,00141	17,2	11
-5,2	9800	-0,9	186	+3,4	3,55	7,7	0,068	12,0	0,00129	17,4	09
-5,1	8900	-0,8	170	+3,5	3,24	7,8	0,062	12,1	0,00117	17,6	07
-5,0	8100	-0,7	155	+3,6	2,86	7,9	0,056	12,2	0,00107	17,8	06
-4,9	7400	-0,6	141	+3,7	2,70	8,0	0,051	12,3	0,00098	18,0	05
-4,8	6800	-0,5	129,0	+3,8	2,46	8,1	0,047	12,4	0,00089	18,2	043
-4,7	6200	-0,4	117,2	+3,9	2,24	8,2	0,043	12,5	0,00081	18,4	036
-4,6	5600	-0,3	107,1	+4,0	2,04	8,3	0,039	12,6	0,00074	18,6	030
-4,5	5100	-0,2	97,6	+4,1	1,86	8,4	0,036	12,7	0,00068	18,8	025
-4,4	4700	-0,1	89,2	+4,2	1,70	8,5	0,032	12,8	0,00062	19,0	020
-4,3	4300	0,0	81,3	+4,3	1,55	8,6	0,030	12,9	0,00056	19,2	017
-4,2	3900	+0,1	74,1	+4,4	1,41	8,7	0,027	13,0	0,00051	19,4	014
-4,1	3600	+0,2	67,8	+4,5	1,29	8,8	0,025	13,1	0,00047	19,6	012
-4,0	3200	+0,3	61,6	+4,6	1,17	8,9	0,022	13,2	0,00043	19,8	010
-3,9	3000	+0,4	56,2	+4,7	1,07	9,0	0,020	13,3	0,00039	20,0	008
-3,8	2700	+0,5	51,4	+4,8	0,98	9,1	0,0186	+13,4	0,00036		
-3,7	2460	+0,6	46,8	+4,9	0,89	+9,2	0,0170				

Соотношение между модулем расстояния ($m - M$), параллаксом (π) и расстоянием (r) в парсека

$m - M$	π	r	$m - M$	π	r	$m - M$	π	r	$m - M$	π	r
m -5,0	1,000	1,00	m 0,0	0,100	10,0	m +2,0	0,0398	25,1	m +4,0	0,0158	63,1
-4,5	0,794	1,26	+0,1	0,096	10,5	+2,1	0,0380	26,3	+4,1	0,0151	66,2
-4,0	0,631	1,58	+0,2	0,091	11,0	+2,2	0,0363	27,6	+4,2	0,0145	69,0
-3,5	0,501	2,00	+0,3	0,087	11,5	+2,3	0,0347	28,8	+4,3	0,0138	72,5
-3,0	0,398	2,51	+0,4	0,083	12,0	+2,4	0,0331	30,2	+4,4	0,0132	75,8
-2,8	0,363	2,76	+0,5	0,079	12,6	+2,5	0,0316	31,6	+4,5	0,0126	79,4
-2,6	0,331	3,02	+0,6	0,076	13,2	+2,6	0,0302	33,1	+4,6	0,0120	83,3
-2,4	0,302	3,31	+0,7	0,072	13,8	+2,7	0,0288	34,7	+4,7	0,0115	87,0
-2,2	0,275	3,64	+0,8	0,069	14,4	+2,8	0,0275	36,4	+4,8	0,0110	90,9
-2,0	0,251	3,98	+0,9	0,066	15,1	+2,9	0,0263	38,0	+4,9	0,0105	95,1
-1,8	0,229	4,37	+1,0	0,063	15,8	+3,0	0,0251	39,8	+5,0	0,0100	100
-1,6	0,209	4,78	+1,1	0,060	16,6	+3,1	0,0240	41,7	+5,1	0,0096	105
-1,4	0,191	5,23	+1,2	0,058	17,4	+3,2	0,0229	43,7	+5,2	0,0091	110
-1,2	0,174	5,75	+1,3	0,055	18,2	+3,3	0,0219	45,7	+5,3	0,0087	115
-1,0	0,153	6,31	+1,4	0,052	19,1	+3,4	0,0209	47,8	+5,4	0,0083	120
-0,8	0,145	6,90	+1,5	0,050	20,0	+3,5	0,0200	50,1	+5,5	0,0079	126
-0,6	0,132	7,58	+1,6	0,048	20,9	+3,6	0,0191	52,3	+5,6	0,0076	132
-0,4	0,120	8,33	+1,7	0,046	21,9	+3,7	0,0182	55,0	+5,7	0,0072	138
-0,2	0,110	9,09	+1,8	0,044	22,9	+3,8	0,0174	57,5	+5,8	0,0069	144
-0,1	0,105	9,51	+1,9	0,042	24,0	+3,9	0,0166	60,2	+5,9	0,0066	151
-0,0	0,100	10,00	+2,0	0,040	25,1	+4,0	0,0158	63,1	+6,0	0,0063	158

Продолжение табл. 78

$m-M$	$r, \text{ нс}$	$m-M$	$r, \text{ нс}$	$m-M$	$r, \text{ клс}$	$m-M$	$r, \text{ клс}$	$m-M$	$r, \text{ клс}$	$m-M$	$r, \text{ клс}$
$+8,0$	398	$+10,0$	1000	m 12,0	2,51	m 14,0	6,31	m 16,0	15,8	m 18,0	39,8
$+8,1$	417	$+10,1$	1050	12,1	2,63	14,1	6,62	16,1	16,6	18,1	41,7
$+8,2$	437	$+10,2$	1100	12,2	2,76	14,2	6,90	16,2	17,4	18,2	43,7
$+8,3$	457	$+10,3$	1150	12,3	2,88	14,3	7,25	16,3	18,2	18,3	45,7
$+8,4$	478	$+10,4$	1200	12,4	3,02	14,4	7,58	16,4	19,1	18,4	47,8
$+8,5$	501	$+10,5$	1260	12,5	3,16	14,5	7,94	16,5	20,0	18,5	50,1
$+8,6$	523	$+10,6$	1320	12,6	3,31	14,6	8,33	16,6	20,9	18,6	52,3
$+8,7$	550	$+10,7$	1380	12,7	3,47	14,7	8,70	16,7	21,9	18,7	55,0
$+8,8$	575	$+10,8$	1440	12,8	3,64	14,8	9,09	16,8	22,9	18,8	57,5
$+8,9$	602	$+10,9$	1510	12,9	3,80	14,9	9,51	16,9	24,0	18,9	60,2
$+9,0$	631	$+11,0$	1580	13,0	3,98	15,0	10,0	17,0	25,1	19,0	63,1
$+9,1$	662	$+11,1$	1660	13,1	4,17	15,1	10,5	17,1	26,3	19,1	66,2
$+9,2$	690	$+11,2$	1740	13,2	4,37	15,2	11,0	17,2	27,6	19,2	69,0
$+9,3$	725	$+11,3$	1820	13,3	4,57	15,3	11,5	17,3	28,8	19,3	72,5
$+9,4$	758	$+11,4$	1910	13,4	4,78	15,4	12,0	17,4	30,2	19,4	75,8
$+9,5$	794	$+11,5$	2000	13,5	5,01	15,5	12,6	17,5	31,6	19,5	79,4
$+9,6$	833	$+11,6$	2090	13,6	5,23	15,6	13,2	17,6	33,1	19,6	83,3
$+9,7$	870	$+11,7$	2190	13,7	5,50	15,7	13,8	17,7	34,7	19,7	87,0
$+9,8$	909	$+11,8$	2290	13,8	5,75	15,8	14,4	17,8	36,4	19,8	90,9
$+9,9$	951	$+11,9$	2400	13,9	6,02	15,9	15,1	17,9	38,0	19,9	95,1
$+10,0$	1000	$+12,0$	2510	14,0	6,31	16,0	15,8	18,0	39,8	20,0	100,0

ТАБЛИЦА 79

Перевод разностей звездных величин двух звезд в отношения блеска

Сотые доли	Звездные величины						Сотые доли
	0 ^m	1 ^m	2 ^m	3 ^m	4 ^m	5 ^m	
0 ^m ,00	1,0000	2,5119	6,3096	15,849	39,811	100,00	0 ^m ,00
02	1,0186	2,5586	6,4269	16,144	40,511	101,86	02
04	1,0375	2,6062	6,5464	16,444	41,305	103,75	04
06	1,0568	2,6546	6,6681	16,749	42,073	105,68	06
08	1,0765	2,7040	6,7920	17,061	42,855	107,65	08
10	1,0965	2,7542	6,9183	17,378	43,652	109,65	10
12	1,1169	2,8054	7,0469	17,701	44,463	111,69	12
14	1,1376	2,8576	7,1779	18,030	45,290	113,76	14
16	1,1588	2,9107	7,3114	18,365	46,132	115,88	16
18	1,1803	2,9648	7,4473	18,707	46,989	118,03	18
20	1,2023	3,0200	7,5858	19,055	47,863	120,23	20
22	1,2246	3,0761	7,7268	19,409	48,753	122,46	22
24	1,2474	3,1333	7,8705	19,770	49,659	124,74	24
26	1,2706	3,1915	8,0168	20,137	50,582	127,06	26
28	1,2942	3,2509	8,1658	20,512	51,523	129,42	28
30	1,3183	3,3113	8,3176	20,893	52,481	131,83	30
32	1,3428	3,3729	8,4723	21,281	53,456	134,28	32
34	1,3677	3,4356	8,6298	21,677	54,450	136,77	34
36	1,3932	3,4995	8,7902	22,080	55,463	139,32	36
38	1,4191	3,5645	8,9536	22,491	56,494	141,91	38
40	1,4454	3,6308	9,1201	22,909	57,544	144,54	40
42	1,4723	3,6983	9,2897	23,335	58,614	147,23	42
44	1,4997	3,7670	9,4624	23,768	59,704	149,97	44
46	1,5276	3,8371	9,6383	24,210	60,814	152,76	46
48	1,5560	3,9084	9,8175	24,660	61,944	155,60	48
50	1,5849	3,9811	10,0000	25,119	63,096	158,49	50
52	1,6144	4,0551	10,1859	25,586	64,269	161,44	52
54	1,6444	4,1305	10,3753	26,062	65,464	164,44	54
56	1,6749	4,2073	10,5682	26,546	66,681	167,49	56
58	1,7061	4,2855	10,7647	27,040	67,920	170,61	58
60	1,7378	4,3652	10,9648	27,542	69,183	173,78	60
62	1,7701	4,4463	11,1686	28,054	70,469	177,01	62
64	1,8030	4,5290	11,3763	28,576	71,779	180,30	64
66	1,8365	4,6132	11,5878	29,107	73,114	183,65	66
68	1,8707	4,6989	11,8032	29,648	74,473	187,07	68
70	1,9055	4,7863	12,0226	30,200	75,858	190,65	70
72	1,9409	4,8753	12,2462	30,761	77,268	194,09	72
74	1,9770	4,9659	12,4738	31,333	78,705	197,70	74
76	2,0137	5,0582	12,7057	31,915	80,168	201,37	76
78	2,0512	5,1523	12,9420	32,509	81,658	205,12	78
80	2,0893	5,2481	13,1826	33,113	83,176	208,93	80
82	2,1281	5,3456	13,4277	33,729	84,723	212,81	82
84	2,1677	5,4450	13,6773	34,356	86,298	216,77	84
86	2,2080	5,5463	13,9316	34,995	87,902	220,80	86
88	2,2491	5,6494	14,1906	35,645	89,536	224,91	88
90	2,2909	5,7544	14,4544	36,308	91,201	229,09	90
92	2,3335	5,8614	14,7231	36,983	92,897	233,35	92
94	2,3768	5,9704	14,9968	37,670	94,624	237,68	94
96	2,4210	6,0814	15,2757	38,371	96,383	242,10	96
98	2,4660	6,1944	15,5597	39,084	98,175	246,60	98
1,00	2,5119	6,3096	15,8489	39,811	100,000	251,19	1,00

ТАБЛИЦА 80

Нахождение звездных величин компонентов двойной звезды m_1 и m_2 по их суммарному блеску m и разности блеска: $\Delta m = m_2 - m_1$; $m_1 = m + f(\Delta m)$, $m_2 = m_1 + \Delta m$. Нахождение общей звездной величины двух звезд m по разности блеска Δm и звездной величине более яркой звезды m_1

Δm	$f(\Delta m)$	Δm	$f(\Delta m)$	Δm	$f(\Delta m)$
m 0,00—0,01	m 0,75	m 0,57—0,59	m 0,50	m 1,45—1,49	m 0,25
,02—,03	,74	,60—,62	,49	1,50—1,54	,24
,04—,05	,73	,63—,65	,48	1,55—1,59	,23
,06—,07	,72	,66—,67	,47	1,60—1,65	,22
,08—,09	,71	,68—,70	,46	1,66—1,70	,21
,10—,11	,70	,71—,73	,45	1,71—1,76	,20
,12—,13	,69	,74—,76	,44	1,77—1,82	,19
,14—,16	,68	,77—,79	,43	1,83—1,89	,18
,17—,18	,67	,80—,83	,42	1,90—1,96	,17
,19—,20	,66	,84—,86	,41	1,97—2,03	,16
,21—,22	,65	,87—,89	,40	2,04—2,11	,15
,23—,24	,64	,90—,92	,39	2,12—2,19	,14
,25—,27	,63	,93—,96	,38	2,20—2,28	,13
,28—,29	,62	0,97—0,99	,37	2,29—2,39	,12
,30—,31	,61	1,00—1,03	,36	2,38—2,48	,11
,32—,34	,60	1,04—1,07	,35	2,49—2,59	,10
,35—,36	,59	1,08—1,10	,34	2,60—2,72	,09
,37—,39	,58	1,11—1,14	,33	2,73—2,86	,08
,40—,41	,57	1,15—1,18	,32	2,87—3,02	,07
,42—,43	,56	1,19—1,22	,31	3,03—3,21	,06
,44—,46	,55	1,23—1,26	,30	3,22—3,43	,05
,49—,51	,53	1,31—1,35	,28	3,72—4,08	,03
,52—,54	,52	1,36—1,39	,27	4,09—4,64	,02
0,55—0,56	0,51	1,40—1,44	0,26	4,65—5,83	,01
				5,84— ∞	0,00

Переход от экваториальных координат (α , δ) к галактическим (l , b) в новой системе галактических координат
Северное полушарие

$\delta \backslash \alpha$	$+90^\circ$ $l \quad b$	$+80^\circ$ $l \quad b$	$+70^\circ$ $l \quad b$	$+60^\circ$ $l \quad b$	$+50^\circ$ $l \quad b$	$+40^\circ$ $l \quad b$	$+30^\circ$ $l \quad b$	$+20^\circ$ $l \quad b$	$+10^\circ$ $l \quad b$	0° $l \quad b$
h m	123° +27°	121° +18°	119° +8°	117° -2°	115° -12°	113° -22°	111° -31°	108° -41°	104° -51°	98° -60°
0 0	123 +27	122 +17	120 +8	119 -2	118 -12	117 -22	116 -32	113 -42	111 -52	108 -62
20 0	123 +27	123 +17	122 +7	122 -3	122 -13	121 -23	121 -33	120 -43	119 -53	118 -63
40 0	123 +27	123 +17	122 +7	122 -3	122 -13	121 -23	121 -33	120 -43	119 -53	118 -63
1 0	123 +27	124 +17	124 +7	124 -3	125 -13	125 -23	126 -33	127 -43	127 -53	129 -62
20 0	123 +27	124 +17	126 +8	127 -2	128 -12	129 -22	131 -32	133 -42	135 -52	139 -62
40 0	123 +27	125 +18	127 +8	129 -2	131 -12	133 -22	136 -31	139 -41	143 -51	149 -60
2 0	123 +27	126 +18	129 +8	132 -1	135 -11	137 -21	141 -30	145 -40	150 -49	158 -58
20 0	123 +27	127 +18	131 +9	134 -1	138 -10	141 -19	145 -29	150 -38	157 -47	165 -55
40 0	123 +27	128 +18	132 +9	136 0	141 -9	145 -18	150 -27	156 -36	163 -44	172 -52
3 0	123 +27	129 +19	134 +10	139 +1	144 -7	149 -16	154 -25	160 -33	168 -41	177 -48
20 0	123 +27	129 +19	135 +11	141 +3	146 -6	152 -14	158 -22	165 -30	173 -38	182 -45
40 0	123 +27	130 +20	137 +12	143 +4	149 -4	155 -12	162 -20	169 -27	177 -34	187 -41
4 0	123 +27	131 +20	138 +13	145 +6	151 -2	158 -9	165 -17	172 -24	181 -31	190 -37
20 0	123 +27	132 +21	139 +14	147 +7	154 0	161 -7	168 -14	176 -20	184 -27	194 -33
40 0	123 +27	132 +22	140 +16	148 +9	156 +3	163 -4	171 -10	179 -17	188 -23	197 -28
5 0	123 +27	133 +22	142 +17	150 +11	158 +5	166 -1	174 -7	182 -13	191 -19	200 -24
20 0	123 +27	133 +23	142 +19	151 +13	160 +8	168 +2	176 -4	185 -9	193 -15	202 -20
40 0	123 +27	133 +24	143 +20	153 +15	162 +11	170 +5	179 0	187 -5	196 -10	205 -15
6 0	123 +27	134 +25	144 +22	154 +18	163 +13	172 +9	181 +4	190 -1	198 -6	207 -11
20 0	123 +27	134 +26	145 +23	155 +20	165 +16	174 +12	183 +8	192 +3	201 -2	210 -6
40 0	123 +27	134 +27	145 +25	156 +22	166 +19	176 +16	185 +12	194 +7	203 +3	212 -2
7 0	123 +27	134 +27	145 +27	156 +25	167 +22	177 +19	187 +15	196 +11	205 +7	214 +2

$\delta \backslash \alpha$		$+90^\circ$ $l \quad b$	$+80^\circ$ $l \quad b$	$+70^\circ$ $l \quad b$	$+60^\circ$ $l \quad b$	$+50^\circ$ $l \quad b$	$+40^\circ$ $l \quad b$	$+30^\circ$ $l \quad b$	$+20^\circ$ $l \quad b$	$+10^\circ$ $l \quad b$	0° $l \quad b$
7	$h \quad m$	$123^\circ +27^\circ$	$+27^\circ$	$145^\circ +27^\circ$	$156^\circ +25^\circ$	$167^\circ +22^\circ$	$177^\circ +19^\circ$	$187^\circ +15^\circ$	$196^\circ +11^\circ$	$205^\circ +7^\circ$	$214^\circ +2^\circ$
	0	123	134	146	157	168	178	189	198	208	217
	20	123	134	146	157	169	180	190	200	210	219
8	0	123	134	146	157	169	181	192	202	212	221
	20	123	134	145	157	169	181	193	204	214	224
	40	123	133	145	157	169	182	194	206	217	225
9	0	123	133	144	156	169	182	196	208	219	229
	20	123	132	143	155	169	183	197	210	222	233
	40	123	132	142	154	168	182	198	212	225	236
10	0	123	131	141	152	166	182	199	214	228	240
	20	123	130	139	150	164	181	199	217	232	244
	40	123	130	138	148	162	179	200	220	237	249
11	0	123	129	136	145	158	177	200	224	242	255
	20	123	128	134	142	154	173	200	228	248	261
	40	123	127	131	138	149	167	199	234	257	269
12	0	123	126	129	134	142	159	196	244	267	278
	20	123	125	127	130	135	147	189	260	280	288
	40	123	123	124	125	127	131	160	287	296	298
13	0	123	122	122	120	118	113	81	322	312	309
	20	123	121	119	116	110	98	56	348	327	319
	40	123	120	117	112	103	86	49	3	340	329
14	0	123	119	114	108	97	78	47	12	350	338
	20	123	118	112	104	92	73	46	18	358	345
	40	123	117	110	101	87	69	46	23	5	352

$\delta \backslash \alpha$		$+90^\circ$	$+80^\circ$	$+70^\circ$	$+60^\circ$	$+50^\circ$	$+40^\circ$	$+30^\circ$	$+20^\circ$	$+10^\circ$	$+0^\circ$										
h	m	l	b	l	b	l	b	l	b	l	b										
15	0	123°	+27°	116°	+36°	108°	+43°	98°	+51°	84°	+56°	66°	+60°	46°	+61°	26°	+59°	10°	+55°	357°	+48°
	20	123	+27	116	+35	107	+42	95	+49	82	+53	65	+56	47	+57	29	+55	14	+50	2	+45
	40	123	+27	115	+24	105	+41	94	+46	80	+50	64	+53	47	+53	32	+50	18	+46	7	+41
16	0	123	+27	114	+34	104	+40	92	+44	78	+47	63	+49	48	+48	34	+46	21	+42	10	+37
	20	123	+27	114	+33	103	+38	91	+42	77	+44	63	+45	49	+44	36	+42	24	+38	14	+33
	40	123	+27	113	+32	102	+36	90	+39	77	+41	64	+41	51	+40	38	+37	27	+33	17	+28
17	0	123	+27	113	+32	101	+35	89	+37	77	+38	64	+37	52	+36	40	+33	30	+29	20	+24
	20	123	+27	112	+31	101	+33	89	+35	77	+35	65	+34	53	+31	42	+28	32	+24	22	+20
	40	123	+27	112	+30	100	+32	89	+32	77	+31	66	+30	54	+27	44	+24	34	+20	25	+15
18	0	123	+27	112	+29	100	+30	89	+30	78	+28	67	+26	56	+23	46	+20	36	+15	27	+11
	20	123	+27	112	+28	100	+28	89	+27	78	+25	68	+22	58	+19	48	+15	39	+11	30	+6
	40	123	+27	112	+27	101	+26	90	+25	79	+22	69	+19	59	+15	50	+11	41	+7	32	+2
19	0	123	+27	112	+26	101	+25	90	+22	80	+19	71	+15	61	+11	52	+7	43	+2	34	-2
	20	123	+27	112	+26	101	+23	91	+20	82	+16	72	+12	63	+7	54	+3	45	-2	37	-7
	40	123	+27	112	+25	102	+21	92	+17	83	+13	74	+8	65	+3	57	-2	48	-6	39	-11
20	0	123	+27	113	+24	103	+20	93	+15	85	+10	76	+5	67	0	59	-6	50	-11	41	-16
	20	123	+27	113	+23	104	+18	95	+13	86	+8	78	+2	70	-4	62	-10	53	-15	44	-20
	40	123	+27	113	+22	105	+17	96	+11	88	+5	80	-1	72	-7	64	-13	56	-19	47	-24
21	0	123	+27	114	+22	106	+16	98	+9	90	+3	83	-4	75	-11	67	-17	59	-23	49	-29
	20	123	+27	115	+21	107	+14	100	+7	92	0	85	-7	78	-14	70	-21	62	-27	53	-33
	40	123	+27	115	+20	108	+13	101	+6	95	-2	88	-10	81	-17	74	-24	66	-31	56	-37
22	0	123	+27	116	+20	109	+12	103	+4	97	-4	91	-12	85	-20	78	-27	69	-35	60	-41
	20	123	+27	117	+19	111	+11	105	+3	100	-6	94	-14	88	-22	82	-30	74	-38	64	-45
	40	123	+27	117	+19	112	+10	108	+1	103	-7	98	-16	92	-25	86	-33	79	-41	69	-49
23	0	123	+27	118	+18	114	+9	110	0	106	-9	101	-18	97	-27	91	-36	84	-44	75	-52
	20	123	+27	119	+18	115	+9	112	-1	109	-10	105	-19	101	-29	96	-38	90	-47	81	-55
	40	123	+27	120	+18	117	+8	114	-1	112	-11	109	-21	106	-30	102	-40	97	-49	89	-57
0	0	123	+27	121	+18	119	+8	117	-2	115	-12	113	-22	111	-31	108	-41	104	-51	98	-60

Южное полушарие

$\delta \backslash \alpha$		-90°	-80°	-70°	-60°	-50°	-40°	-30°	-20°	-10°	0°
		l b	l b	l b	l b	l b	l b	l b	l b	l b	l b
h m	0	303° —27°	306° —37°	309° —47°	314° —56°	322° —66°	339° —74°	16° —79°	64° —77°	87° —69°	98° —60°
	20	303 —27	305 —37	307 —47	310 —57	315 —67	327 —76	9 —83	80 —80	100 —71	108 —62
	40	303 —27	303 —37	304 —47	305 —57	307 —67	311 —77	340 —87	107 —82	116 —72	118 —63
1	0	303 —27	302 —37	302 —47	300 —57	298 —67	293 —77	261 —86	142 —82	132 —72	129 —62
	20	303 —27	301 —37	299 —47	296 —57	290 —67	278 —76	236 —83	168 —80	147 —71	139 —62
	40	303 —27	300 —37	297 —47	292 —56	283 —65	266 —74	229 —79	183 —76	160 —69	149 —60
2	0	303 —27	299 —37	294 —46	288 —55	277 —63	258 —71	227 —74	192 —72	170 —66	158 —58
	20	303 —27	298 —37	292 —45	284 —54	272 —62	253 —67	226 —70	198 —68	178 —62	165 —55
	40	303 —27	297 —36	290 —45	281 —52	267 —59	249 —64	226 —66	203 —64	185 —59	172 —52
3	0	303 —27	296 —36	288 —43	278 —51	264 —56	246 —60	226 —61	206 —59	190 —55	177 —48
	20	303 —27	296 —35	287 —42	275 —49	262 —53	245 —56	227 —57	209 —55	194 —51	182 —45
	40	303 —27	295 —34	285 —41	274 —46	260 —50	244 —53	227 —53	212 —50	198 —46	187 —41
4	0	303 —27	294 —34	284 —40	272 —44	258 —47	243 —49	228 —48	214 —46	201 —42	190 —37
	20	303 —27	294 —33	283 —38	271 —42	257 —44	243 —45	229 —44	216 —41	204 —38	194 —33
	40	303 —27	293 —32	282 —36	270 —39	257 —41	244 —41	231 —40	218 —37	207 —33	197 —28
5	0	303 —27	293 —32	281 —35	269 —37	257 —38	244 —37	232 —36	220 —33	210 —29	200 —24
	20	303 —27	292 —31	281 —33	269 —35	257 —35	245 —34	233 —31	222 —28	212 —24	202 —20
	40	303 —27	292 —30	280 —32	269 —32	257 —31	246 —30	234 —27	224 —24	214 —20	205 —15
6	0	303 —27	292 —29	280 —30	269 —30	258 —28	247 —26	236 —23	226 —20	216 —15	207 —11
	20	303 —27	292 —28	280 —28	269 —27	258 —25	248 —22	238 —19	228 —15	219 —11	210 —6
	40	303 —27	292 —27	281 —26	270 —25	259 —22	249 —19	239 —15	230 —11	221 —7	212 —2
7	0	303 —27	292 —26	281 —25	270 —22	260 —19	251 —15	241 —11	232 —7	223 —2	214 +2
	20	303 —27	292 —26	281 —23	271 —20	262 —16	252 —12	243 —7	234 —3	225 +2	217 +7
	40	303 —27	292 —25	282 —21	272 —17	263 —13	254 —8	245 —3	237 +2	228 +6	219 +11

$\delta \backslash \alpha$		-90°		-80°		-70°		-60°		-50°		-40°		-30°		-20°		-10°		0°	
h	m	l	b	l	b	l	b	l	b	l	b	l	b	l	b	l	b	l	b	l	b
8	0	303	-27	293	-24	283	-20	273	-15	265	-10	256	-5	247	0	239	+6	230	+11	221	+16
	20	303	-27	293	-23	284	-18	275	-13	266	-8	258	-2	250	+4	242	+10	233	+15	224	+20
	40	303	-27	293	-22	285	-17	276	-11	268	-5	260	+1	252	+7	244	+13	236	+19	227	+24
9	0	303	-27	294	-22	286	-16	278	-9	270	-3	263	+4	255	+11	247	+17	239	+23	229	+29
	20	303	-27	295	-21	287	-14	280	-7	272	0	265	+7	258	+14	250	+21	242	+27	233	+33
	40	303	-27	295	-20	288	-13	281	-6	275	+2	268	+10	261	+17	254	+24	246	+31	236	+27
10	0	303	-27	296	-20	289	-12	283	-4	277	+4	271	+12	265	+20	258	+27	249	+35	240	+41
	20	303	-27	297	-19	291	-11	285	-3	280	+6	274	+14	268	+22	262	+30	254	+38	244	+45
	40	303	-27	297	-19	292	-10	288	-1	283	+7	278	+16	272	+25	266	+33	259	+41	249	+49
11	0	303	-27	298	-18	294	-9	290	0	286	+9	281	+18	277	+27	271	+36	264	+44	255	+52
	20	303	-27	299	-18	295	-9	292	+1	289	+10	285	+19	281	+29	276	+38	270	+47	261	+55
	40	303	-27	300	-18	297	-8	294	+1	292	+11	289	+21	286	+30	282	+40	277	+49	269	+58
12	0	303	-27	301	-18	299	-8	297	+2	295	+12	293	+22	291	+31	288	+41	284	+51	278	+60
	20	303	-27	302	-17	300	-8	299	+2	298	+12	297	+22	296	+32	294	+42	291	+52	288	+62
	40	303	-27	303	-17	302	-7	302	+3	302	+13	301	+23	301	+33	300	+43	299	+53	298	+63
13	0	303	-27	304	-17	304	-7	304	+3	305	+13	305	+23	306	+33	307	+43	307	+53	309	+62
	20	303	-27	304	-17	306	-8	307	+2	308	+12	309	+22	311	+32	313	+42	315	+52	319	+62
	40	303	-27	305	-18	307	-8	309	+2	311	+12	313	+22	316	+31	319	+41	323	+51	329	+60
14	0	303	-27	306	-18	309	-8	311	+1	315	+11	317	+21	321	+30	325	+40	330	+49	338	+58
	20	303	-27	307	-18	311	-9	314	+1	318	+10	321	+19	325	+29	330	+38	337	+47	345	+55
	40	303	-27	308	-18	312	-9	316	0	321	+9	325	+18	330	+27	336	+36	343	+44	352	+52
15	0	303	-27	309	-19	314	-10	319	-1	324	+7	329	+16	334	+25	340	+33	348	+41	357	+48
	20	303	-27	309	-19	315	-11	321	-3	326	+6	332	+14	338	+22	345	+30	353	+38	2	+45
	40	303	-27	310	-20	317	-12	323	-4	329	+4	335	+12	342	+20	349	+27	357	+34	7	+41

$\delta \backslash \alpha$		-90°	-80°	-70°	-60°	-50°	-40°	-30°	-20°	-10°	0°										
h	m	l	b	l	b	l	b	l	b	l	b										
16	0	303	-27	311	-20	318	-13	325	-6	331	+2	338	+9	345	+17	352	+24	1	+31	10	+37
	20	303	-27	312	-21	319	-14	327	-7	334	0	341	+7	348	+14	356	+20	4	+27	14	+33
	40	303	-27	312	-22	320	-16	328	-9	336	-3	343	+4	351	+10	359	+17	8	+23	17	+28
17	0	303	-27	313	-22	322	-17	330	-11	338	-5	346	+1	354	+7	2	+13	11	+19	20	-24
	20	303	-27	313	-23	322	-19	331	-13	340	-8	348	-2	356	+4	5	+9	13	+15	22	+20
	40	303	-27	313	-24	323	-20	333	-15	342	-11	350	-5	359	0	7	+5	16	+10	25	+15
18	0	303	-27	314	-25	324	-22	334	-18	343	-13	352	-8	1	-4	10	+1	18	+6	27	+11
	20	303	-27	314	-26	325	-23	335	-20	345	-16	354	-12	3	-8	12	-3	21	+2	30	+6
	40	303	-27	314	-27	325	-25	336	-22	346	-19	356	-16	5	-12	14	-7	23	-3	32	+2
19	0	303	-27	314	-27	325	-27	336	-25	347	-22	357	-19	7	-15	16	-11	25	-7	34	-2
	20	303	-27	314	-28	326	-28	337	-27	348	-25	358	-23	9	-20	18	-16	28	-11	37	-7
	40	303	-27	314	-29	326	-30	337	-30	349	-29	0	-26	10	-24	20	-20	30	-16	39	-11
20	0	303	-27	314	-30	326	-32	337	-32	349	-32	1	-30	12	-28	22	-24	32	-20	41	-16
	20	303	-27	314	-31	325	-33	337	-35	349	-35	1	-34	13	-32	24	-29	34	-25	44	-20
	40	303	-27	313	-32	325	-35	337	-37	349	-38	2	-38	14	-36	26	-33	37	-29	47	-24
21	0	303	-27	313	-32	324	-37	336	-40	349	-41	2	-42	16	-40	28	-38	39	-34	49	-29
	20	303	-27	312	-33	323	-38	335	-42	349	-45	3	-45	17	-44	30	-42	42	-38	53	-33
	40	303	-27	312	-34	322	-40	334	-44	348	-48	2	-49	18	-49	32	-46	45	-42	56	-37
22	0	303	-27	311	-35	321	-41	332	-47	346	-51	2	-53	19	-53	34	-51	48	-47	60	-41
	20	303	-27	310	-35	319	-42	330	-49	344	-54	1	-57	19	-57	37	-55	52	-51	64	-45
	40	303	-27	310	-36	318	-44	328	-51	342	-57	359	-61	20	-62	40	-60	57	-55	69	-49
23	0	303	-27	309	-36	316	-45	325	-52	338	-59	357	-64	20	-66	44	-64	62	-59	75	-52
	20	303	-27	308	-37	314	-46	322	-54	334	-62	353	-68	20	-70	48	-68	68	-63	81	-55
	40	303	-27	307	-37	311	-46	318	-55	329	-64	347	-71	19	-75	54	-73	77	-66	89	-58
0	0	303	-27	306	-37	309	-47	314	-56	322	-66	339	-74	16	-79	64	-77	87	-69	98	-60

СЧЕТ ВРЕМЕНИ. ПЕРЕВОДНЫЕ ТАБЛИЦЫ

ТАБЛИЦА 82

Перевод промежутков среднего времени в промежутки звездного *).
Поправка звездного времени для разных долгот **)

Ср. или λ _В	Поправка	Ср. или λ _В	По- правка	Ср. или λ _В	По- правка	Ср. или λ _В	По- правка	Ср. или λ _В	По- правка
h	m s	m	s	m	s	s	s	s	s
1	0 09,856	1	0,161	31	5,093	1	0,003	31	0,085
2	0 19,713	2	0,329	32	5,257	2	0,005	32	0,088
3	0 29,569	3	0,493	33	5,421	3	0,008	33	0,090
4	0 39,426	4	0,657	34	5,585	4	0,011	34	0,093
5	0 49,282	5	0,821	35	5,750	5	0,014	35	0,096
6	0 59,139	6	0,986	36	5,914	6	0,016	36	0,099
7	1 08,995	7	1,150	37	6,078	7	0,019	37	0,101
8	1 18,852	8	1,314	38	6,242	8	0,022	38	0,104
9	1 28,708	9	1,478	39	6,407	9	0,025	39	0,107
10	1 38,565	10	1,643	40	6,571	10	0,027	40	0,110
11	1 48,421	11	1,807	41	6,735	11	0,030	41	0,112
12	1 58,278	12	1,971	42	6,900	12	0,033	42	0,115
13	2 08,134	13	2,136	43	7,064	13	0,036	43	0,118
14	2 17,991	14	2,300	44	7,228	14	0,038	44	0,120
15	2 27,847	15	2,464	45	7,392	15	0,041	45	0,123
16	2 37,704	16	2,628	46	7,557	16	0,044	46	0,126
17	2 47,560	17	2,793	47	7,721	17	0,047	47	0,129
18	2 57,417	18	2,957	48	7,885	18	0,049	48	0,131
19	3 06,273	19	3,121	49	8,049	19	0,052	49	0,134
20	3 17,129	20	3,285	50	8,214	20	0,055	50	0,137
21	3 26,986	21	3,450	51	8,378	21	0,057	51	0,140
22	3 36,842	22	3,614	52	8,542	22	0,060	52	0,142
23	3 46,699	23	3,778	53	8,707	23	0,063	53	0,145
24	3 56,555	24	3,943	54	8,871	24	0,066	54	0,148
		25	4,107	55	9,035	25	0,068	55	0,151
		26	4,271	56	9,199	26	0,071	56	0,153
		27	4,435	57	9,364	27	0,074	57	0,156
		28	4,600	58	9,528	28	0,077	58	0,159
		29	4,764	59	9,692	29	0,079	59	0,162
		30	4,928	60	9,856	30	0,082	60	0,164

*) Поправка прибавляется к среднему времени.

**) По аргументу восточной долготы даны поправки, которые надо отнять от звездного времени в среднюю полночь в Гринвиче, чтобы получить звездное время в местную среднюю полночь.

Перевод промежутков звездного времени в промежутки среднего *)

Поправки для перевода промежутков звездного времени в промежутки среднего и для приведения звездного времени в среднюю полночь на другой долготе (поправка за долготу).

Для первой задачи: поправки вычитаются из соответствующих промежутков звездного времени. Окончательная поправка есть сумма поправок к табличным значениям. Например, для промежутка в $4^h32^m15^s$ звездного времени поправка равняется $39^s,318 + 5^s,242 + 0^s,041 = 44^s,601$.

Для второй задачи: из звездного времени в среднюю полночь в Гринвиче вычитается поправка, соответствующая восточной долготе места, выраженной в единицах времени, и прибавляется для западной долготы. Пример: пусть звездное время в гринвичскую полночь какого-нибудь дня $7^h45^m32^s$. Каково звездное время в местную среднюю полночь этого же дня в месте, для которого $\lambda = 37^\circ32'45''$ вост. долготы или, по табл. 91, $\lambda = 2^h30^m11^s$? Суммарная поправка $19^s,659 + 4^s,915 + 0^s,030 = 24^s,604$. Звездное время в местную полночь будет $7^h45^m32^s - 24^s = 7^h45^m07^s$

Звездное	Поправка	Звездное	Поправка	Звездное	Поправка	Звездное	Поправка	Звездное	Поправка
1 ^h	0 ^m 09 ^s ,830	1 ^m	0 ^s ,164	31 ^m	5 ^s ,079	1 ^s	0 ^s ,003	31 ^s	0 ^s ,085
2	0 19 ,659	2	0,328	32	5,242	2	0,005	32	0,087
3	0 29 ,489	3	0,491	33	5,406	3	0,008	33	0,090
4	0 39 ,318	4	0,655	34	5,570	4	0,011	34	0,093
5	0 49 ,148	5	0,819	35	5,734	5	0,014	35	0,096
6	0 58 ,977	6	0,983	36	5,898	6	0,016	36	0,098
7	1 08 ,807	7	1,147	37	6,062	7	0,019	37	0,101
8	1 18 ,636	8	1,311	38	6,225	8	0,022	38	0,104
9	1 28 ,466	9	1,474	39	6,389	9	0,025	39	0,107
10	1 38 ,296	10	1,638	40	6,553	10	0,027	40	0,109
11	1 48 ,125	11	1,802	41	6,717	11	0,030	41	0,112
12	1 57 ,955	12	1,966	42	6,881	12	0,033	42	0,115
13	2 07 ,784	13	2,130	43	7,045	13	0,036	43	0,117
14	2 17 ,614	14	2,294	44	7,208	14	0,038	44	0,120
15	2 27 ,443	15	2,457	45	7,372	15	0,041	45	0,123
16	2 37 ,273	16	2,621	46	7,536	16	0,044	46	0,126
17	2 47 ,102	17	2,785	47	7,700	17	0,046	47	0,128
18	2 56 ,932	18	2,949	48	7,864	18	0,049	48	0,131
19	3 06 ,762	19	3,113	49	8,027	19	0,052	49	0,134
20	3 16 ,591	20	3,277	50	8,191	20	0,055	50	0,137
21	3 26 ,421	21	3,440	51	8,355	21	0,057	51	0,139
22	3 36 ,250	22	3,604	52	8,519	22	0,060	52	0,142
23	3 46 ,080	23	3,768	53	8,683	23	0,064	53	0,145
24	3 55 ,910	24	3,932	54	8,847	24	0,066	54	0,147
		25	4,096	55	9,010	25	0,068	55	0,150
		26	4,259	56	9,174	26	0,071	56	0,153
		27	4,423	57	9,338	27	0,074	57	0,156
		28	4,587	58	9,502	28	0,076	58	0,158
		29	4,751	59	9,666	29	0,079	59	0,161
		30	4,915	60	9,830	30	0,082	60	0,164

*) Поправка вычитается из звездного времени.

Т А Б Л И Ц А 84
Порядковый счет дней в году

Месяц Число	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1	1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335
2	2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336
3	3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337
4	4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338
5	5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339
6	6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340
7	7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341
8	8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342
9	9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343
10	10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344
11	11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345
12	12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346
13	13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347
14	14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348
15	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
16	16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350
17	17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351
18	18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352
19	19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353
20	20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354
21	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355
22	22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356
23	23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357
24	24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358
25	25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359
26	26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360
27	27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361
28	28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362
29	29	—	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363
30	30	—	89	120	150	181	211	242	273	303	334	364
31	31	—	90	—	151	—	212	243	—	304	—	365

Примечание В високосном году после 29 февраля ко всем числам таблицы надо прибавлять единицу.

ТАБЛИЦА 85

Доля года, протекая к 0^h мирового времени каждого дня
(в тысячных долях года)

А. Обыкновенный год

Месяц Число	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Число
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915	1
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918	2
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921	3
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923	4
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926	5
6	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929	6
7	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932	7
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934	8
9	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937	9
10	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940	10
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942	11
12	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945	12
13	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948	13
14	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951	14
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953	15
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956	16
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959	17
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962	18
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964	19
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967	20
21	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970	21
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973	22
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975	23
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978	24
25	066	151	227	312	395	479	562	647	732	814	899	981	25
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984	26
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986	27
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989	28
29	077	—	238	323	405	490	573	658	742	825	910	992	29
30	079	—	241	326	408	493	575	660	745	827	912	995	30
31	082	—	244	—	411	—	578	663	—	830	—	997	31

Б. Високосный год

Месяц Число	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Число
1	000	085	164	249	331	415	497	582	667	749	833	915	1
2	003	087	167	251	333	418	500	585	669	751	836	918	2
3	005	090	169	254	336	421	503	587	672	754	839	921	3
4	008	093	172	257	339	423	505	590	675	757	842	923	4
5	011	096	175	260	342	426	508	593	678	760	844	926	5
6	014	098	178	262	344	429	511	596	680	762	847	929	6
7	016	101	180	265	347	432	514	598	683	765	850	932	7
8	019	104	183	268	350	434	516	601	686	768	852	934	8
9	022	107	186	270	352	437	519	604	689	770	855	937	9
10	025	109	189	273	355	440	522	607	691	773	858	940	10
11	027	112	191	276	358	443	525	609	694	776	861	943	11
12	030	115	194	279	361	445	527	612	697	779	863	945	12
13	033	117	197	281	363	448	530	615	699	781	866	948	13
14	036	120	199	284	366	451	533	617	702	784	869	951	14
15	038	123	202	287	369	454	536	620	705	787	872	954	15
16	041	126	205	290	372	456	538	623	708	790	874	956	16
17	044	128	208	292	374	459	541	626	710	792	877	959	17
18	046	131	210	295	377	462	544	628	713	795	880	962	18
19	049	134	213	298	380	464	546	631	716	798	883	964	19
20	052	137	216	301	383	467	549	634	719	801	885	967	20
21	055	139	219	303	385	470	552	637	721	803	888	970	21
22	057	142	221	306	388	473	555	639	724	806	891	973	22
23	060	145	224	309	391	475	557	642	727	809	893	975	23
24	063	148	227	311	393	478	560	645	730	811	896	978	24
25	066	150	230	314	396	481	563	648	732	814	899	981	25
26	068	153	232	317	399	484	566	650	735	817	902	984	26
27	071	156	235	320	402	486	568	653	738	820	904	986	27
28	074	158	238	322	404	489	571	656	740	822	907	989	28
29	077	161	240	325	407	492	574	658	743	825	910	992	29
30	079	—	243	328	410	495	577	661	746	828	913	995	30
31	082	—	246	—	413	—	579	664	—	831	—	997	31

ТАБЛИЦА 86
Юлианский период

Число дней, протекших к нулевому числу каждого месяца с 1900 по 2000 г.
Счет ведется от среднего гринвичского полудня

Год	Январь 0	Февраль 0	Март 0	Апрель 0	Май 0	Июнь 0	Июль 0	Август 0	Сентябрь 0	Октябрь 0	Ноябрь 0	Декабрь 0
1900	2415 020	051	079	110	140	171	201	232	263	293	324	354
1901	385	416	444	475	505	536	566	597	628	658	689	719
1902	750	781	809	840	870	901	931	962	993	*023	*054	*084
1903	2416 115	146	174	205	235	266	296	327	358	388	419	449
1904	480	511	540	571	601	632	662	693	724	754	785	815
1905	846	877	905	936	966	997	*027	*058	*089	*119	*150	*180
1906	2417 211	242	270	301	331	362	392	423	454	484	515	545
1907	576	607	635	666	696	727	757	788	819	849	880	910
1908	941	972	*001	*032	*062	*093	*123	*154	*185	*215	*246	*276
1909	2418 307	338	366	397	427	458	488	519	550	580	611	641
1910	672	703	731	762	792	823	853	884	915	945	976	*006
1911	2419 037	068	096	127	157	188	218	249	280	310	341	371
1912	402	433	462	493	523	554	584	615	646	676	707	737
1913	768	799	827	858	888	919	949	980	*011	*041	*072	*102
1914	2420 133	164	192	223	253	284	314	345	376	406	437	467
1915	498	529	557	588	618	649	679	710	741	771	802	832
1916	863	894	923	954	984	*015	*045	*076	*107	*137	*168	*198
1917	2421 229	260	288	319	349	380	410	441	472	502	533	563
1918	594	625	653	684	714	745	775	806	837	867	898	928
1919	959	990	*018	*049	*079	*110	*140	*171	*202	*232	*263	*293
1920	2422 324	355	384	415	445	476	506	537	568	598	629	659
1921	690	721	749	780	810	841	871	902	933	963	994	*024
1922	2423 055	086	114	145	175	206	236	267	298	328	359	389
1923	420	451	479	510	540	571	601	632	663	693	724	754
1924	785	816	845	876	906	937	967	998	*029	*059	*090	*120
1925	2424 151	182	210	241	271	302	332	363	394	424	455	485
1926	516	547	575	606	636	667	697	728	759	789	820	850
1927	881	912	940	971	*001	*032	*062	*093	*124	*154	*185	*215
1928	2425 246	277	306	337	367	398	428	459	490	520	551	581
1929	612	643	671	702	732	763	793	824	855	885	916	946
1930	977	*008	*036	*067	*097	*128	*158	*189	*220	*250	*281	*311
1931	2426 342	373	401	432	462	493	523	554	585	615	646	676
1932	707	738	767	798	828	859	889	920	951	981	*012	*042
1933	2427 073	104	132	163	193	224	254	285	316	346	377	407
1934	438	469	497	528	558	589	619	650	681	711	742	772
1935	803	834	862	893	923	954	984	*015	*046	*076	*107	*137
1936	2428 168	199	228	259	289	320	350	381	412	442	473	503
1937	534	565	593	624	654	685	715	746	777	807	838	868
1938	899	930	958	989	*019	*050	*080	*111	*142	*172	*203	*233
1939	2429 264	295	323	354	384	415	445	476	507	537	568	598

Звездочка означает, что первые четыре цифры нужно взять из второго столбца следующей строки.

Год	Январь 0	Февраль 0	Март 0	Апрель 0	Май 0	Июнь 0	Июль 0	Август 0	Сентябрь 0	Октябрь 0	Ноябрь 0	Декабрь 0
1940	2429 629	660	689	720	750	781	811	842	873	903	934	964
1941	995	*026	*054	*085	*115	*146	*176	*207	*238	*268	*299	*329
1942	2430 360	391	419	450	480	511	541	572	603	633	664	694
1943	725	756	784	815	845	876	906	937	968	998	*029	*059
1944	2431 090	121	150	181	211	242	272	303	334	364	395	425
1945	456	487	515	546	576	607	637	668	699	729	760	790
1946	821	852	880	911	941	972	*002	*033	*064	*094	*125	*155
1947	2432 186	217	245	276	306	337	367	398	429	459	490	520
1948	551	582	611	642	672	703	733	764	795	825	856	886
1949	917	948	976	*007	*037	*068	*098	*129	*160	*190	*221	*251
1950	2433 282	313	341	372	402	433	463	494	525	555	586	616
1951	647	678	706	737	767	798	828	859	890	920	951	981
1952	2434 012	043	072	103	133	164	194	225	256	286	317	347
1953	378	409	437	468	498	529	559	590	621	651	682	712
1954	743	774	802	833	863	894	924	955	986	*016	*047	*077
1955	2435 108	139	167	198	228	259	289	320	351	381	412	442
1956	473	504	533	564	594	625	655	686	717	747	778	808
1957	839	870	898	929	959	990	*020	*051	*082	*112	*143	*173
1958	2436 204	235	263	294	324	355	385	416	447	477	508	538
1959	569	600	628	659	689	720	750	781	812	842	873	903
1960	934	965	994	*025	*055	*086	*116	*147	*178	*208	*239	*269
1961	2437 300	331	359	390	420	451	481	512	543	573	604	634
1962	665	696	724	755	785	816	846	877	908	938	969	999
1963	2438 030	061	089	120	150	181	211	242	273	303	334	364
1964	395	426	455	486	516	547	577	608	639	669	700	730
1965	761	792	820	851	881	912	942	973	*004	*034	*065	*095
1966	2439 126	157	185	216	246	277	307	338	369	399	430	460
1967	491	522	550	581	611	642	672	703	734	764	795	825
1968	856	887	916	947	977	*008	*038	*069	*100	*130	*161	*191
1969	2440 222	253	281	312	342	373	403	434	465	495	526	556
1970	587	618	646	677	707	738	768	799	830	860	891	921
1971	952	983	*011	*042	*072	*103	*133	*164	*195	*225	*256	*286
1972	2441 317	348	377	408	438	469	499	530	561	591	622	652
1973	683	714	742	773	803	834	864	895	926	956	987	*017
1974	2442 048	079	107	138	168	199	229	260	291	321	352	382
1975	413	444	472	503	533	564	594	625	656	686	717	747
1976	778	809	838	869	899	930	960	991	*022	*052	*083	*113
1977	2443 144	175	203	234	264	295	325	356	387	417	448	478
1978	509	540	568	599	629	660	690	721	752	782	813	843
1979	2443 874	905	933	964	994	*025	*055	*086	*117	*147	*178	*208
1980	2444 239	270	299	330	360	391	421	452	483	513	544	574
1981	605	636	664	695	725	756	786	817	848	878	909	939
1982	970	001	029	060	090	121	151	182	213	243	274	304
1983	2445 335	366	394	425	455	486	516	547	578	608	639	669
1984	700	731	760	791	821	852	882	913	944	974	005	035

Год	Январь 0	Февраль 0	Март 0	Апрель 0	Май 0	Июнь 0	Июль 0	Август 0	Сентябрь 0	Октябрь 0	Ноябрь 0	Декабрь 0
1985	2446 066	097	125	156	186	217	247	278	309	339	370	400
1986	431	462	490	521	551	582	612	643	674	704	735	765
1987	796	827	855	886	916	947	977	*008	*039	*069	*100	*130
1988	2447 161	192	221	252	282	313	343	374	405	435	466	496
1989	527	558	586	617	647	678	708	739	770	800	831	861
1990	892	923	951	982	*012	*043	*073	*104	*135	*165	*196	*226
1991	2448 257	288	316	347	377	408	438	469	500	530	561	591
1992	622	653	682	713	743	774	804	835	866	896	927	957
1993	988	*019	*047	*078	*108	*139	*169	*200	*231	*261	*292	*322
1994	2449 353	384	412	443	473	504	534	565	596	626	657	687
1995	718	749	777	808	838	869	899	930	961	991	*022	*052
1996	2450 083	114	143	174	204	235	265	296	327	357	388	418
1997	449	480	508	539	569	600	630	661	692	722	753	783
1998	814	845	873	904	934	965	995	*026	*057	*087	*118	*148
1999	2451 179	210	238	269	299	330	360	391	422	452	473	513
2000	2451 544	575	604	635	665	696	726	757	788	818	849	879

ТАБЛИЦА 87
Перевод долей дня в часы

Доли дня	Часы	Доли дня	Часы	Доли дня	Часы	Доли дня	Часы	Доли дня	Часы
d	h	d	h	d	h	d	h	d	h
0,01	0,24	0,21	5,04	0,41	9,84	0,61	14,64	0,81	19,44
0,02	0,48	0,22	5,28	0,42	10,08	0,62	14,88	0,82	19,68
0,03	0,72	0,23	5,52	0,43	10,32	0,63	15,12	0,83	19,92
0,04	0,96	0,24	5,76	0,44	10,56	0,64	15,36	0,84	20,16
0,05	1,20	0,25	6,00	0,45	10,80	0,65	15,60	0,85	20,40
0,06	1,44	0,26	6,24	0,46	11,04	0,66	15,84	0,86	20,64
0,07	1,68	0,27	6,48	0,47	11,28	0,67	16,08	0,87	20,88
0,08	1,92	0,28	6,72	0,48	11,52	0,68	16,32	0,88	21,12
0,09	2,16	0,29	6,96	0,49	11,76	0,69	16,56	0,89	21,36
0,10	2,40	0,30	7,20	0,50	12,00	0,70	16,80	0,90	21,60
0,11	2,64	0,31	7,44	0,51	12,24	0,71	17,04	0,91	21,84
0,12	2,88	0,32	7,68	0,52	12,48	0,72	17,28	0,92	22,08
0,13	3,12	0,33	7,92	0,53	12,72	0,73	17,52	0,93	22,32
0,14	3,36	0,34	8,16	0,54	12,96	0,74	17,76	0,94	22,56
0,15	3,60	0,35	8,40	0,55	13,20	0,75	18,00	0,95	22,80
0,16	3,84	0,36	8,64	0,56	13,44	0,76	18,24	0,96	23,04
0,17	4,08	0,37	8,88	0,57	13,68	0,77	18,48	0,97	23,28
0,18	4,32	0,38	9,12	0,58	13,92	0,78	18,72	0,98	23,52
0,19	4,56	0,39	9,36	0,59	14,16	0,79	18,96	0,99	23,76
0,20	4,80	0,40	9,60	0,60	14,40	0,80	19,20	1,00	24,00

ТАБЛИЦА 88
Перевод часов, минут и секунд в доли суток

	0 ^h	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h		
m	d	d	d	d	d	d	s	d
0	0,00000	0,04167	0,08333	0,12500	0,16668	0,20833	0	0,00000
1	00069	04236	08403	12569	16736	20903	1	00001
2	00139	04306	08472	12639	16806	20972	2	00002
3	00208	04375	08542	12708	16875	21042	3	00004
4	00278	04444	08611	12778	16944	21111	4	00005
5	0,00347	0,04514	0,08681	0,12847	0,17014	0,21181	5	0,00006
6	00417	04583	08750	12917	17083	21250	6	00007
7	00486	04653	08819	12986	17153	21319	7	00008
8	00556	04722	08889	13056	17222	21389	8	00009
9	00625	04792	08958	13125	17292	21458	9	00010
10	0,00694	0,04861	0,09028	0,13194	0,17361	0,21528	10	0,00012
11	00764	04931	09097	13264	17431	21597	11	00013
12	00833	05000	09167	13333	17500	21667	12	00014
13	00903	05069	09236	13403	17569	21736	13	00015
14	00972	05139	09306	13472	17639	21806	14	00016
15	0,01042	0,05208	0,09375	0,13542	0,17708	0,21875	15	0,00017
16	01111	05278	09444	13611	17778	21944	16	00018
17	01181	05347	09514	13681	17847	22014	17	00020
18	01250	05417	09583	13750	17917	22083	18	00021
19	01319	05486	09653	13819	17986	22153	19	00022
20	0,01389	0,05556	0,09722	0,13889	0,18056	0,22222	20	0,00023
21	01458	05625	09792	13958	18125	22292	21	00024
22	01528	05694	09861	14028	18194	22361	22	00026
23	01597	05764	09931	14097	18264	22431	23	00027
24	01667	05833	10000	14167	18333	22500	24	00028
25	0,01736	0,05903	0,10069	0,14236	0,18403	0,22569	25	0,00029
26	01806	05972	10139	14306	18472	22639	26	00030
27	01875	06042	10208	14375	18542	22708	27	00031
28	01944	06111	10278	14444	18611	22778	28	00032
29	02014	06181	10347	14514	18687	22847	29	00034
30	0,02083	0,06250	0,10417	0,14583	0,18750	0,22917	30	0,00035
31	02153	06319	10486	14653	18819	22986	31	00036
32	02222	06389	10556	14722	18889	23056	32	00037
33	02292	06458	10625	14792	18958	23125	33	00038
34	02361	06528	10694	14861	19028	23194	34	00039
35	0,02431	0,06597	0,10764	0,14931	0,19097	0,23264	35	0,00040
36	02500	06667	10833	15000	19167	23333	36	00042
37	02569	06736	10903	15069	19236	23403	37	00043
38	02639	06806	10972	15139	19306	23472	38	00044
39	02708	06875	11042	15208	19375	23542	39	00045
40	0,02778	0,06944	0,11111	0,15278	0,19444	0,23611	40	0,00046
41	02847	07011	11181	15347	19514	23681	41	00048
42	02917	07083	11250	15417	19583	23750	42	00049
43	02986	07153	11319	15486	19653	23819	43	00050
44	03056	07222	11389	15556	19722	23889	44	00051
45	0,03125	0,07292	0,11458	0,15625	0,19792	0,23958	45	0,00052
46	03194	07361	11528	15694	19861	24028	46	00053
47	03264	07431	11597	15764	19931	24097	47	00054
48	03333	07500	11667	15833	20000	24167	48	00056
49	03403	07569	11736	15903	20069	24236	49	00057
50	0,03472	0,07639	0,11806	0,15972	0,20139	0,24306	50	0,00058
51	03542	07708	11875	16042	20208	24375	51	00059
52	03611	07778	11944	16111	20278	24444	52	00060
53	03681	07847	12014	16181	20347	24514	53	00061
54	03750	07917	12083	16250	20417	24583	54	00062
55	0,03819	0,07986	0,12153	0,16319	0,20486	0,24653	55	0,00064
56	03889	08056	12222	16389	20556	24722	56	00065
57	03958	08125	12292	16458	20625	24792	57	00066
58	04028	08194	12361	16528	20694	24861	58	00067
59	04097	08264	12431	16597	20764	24931	59	00068
60	0,04167	0,08333	0,12500	0,16667	0,20833	0,25000	60	0,00069

Т А Б Л И Ц А 89

Перевод минут и секунд градусной меры (или часовой) в доли градуса (или часа)

'(м.)	°(ч.)	'(м.)	°(ч.)	'(м.)	°(ч.)
1	0,016667	21	0,350000	41	0,683333
2	0,033333	22	0,366667	42	0,700000
3	0,050000	23	0,383333	43	0,716667
4	0,066667	24	0,400000	44	0,733333
5	0,083333	25	0,416667	45	0,750000
6	0,100000	26	0,433333	46	0,766667
7	0,116667	27	0,450000	47	0,783333
8	0,133333	28	0,466667	48	0,800000
9	0,150000	29	0,483333	49	0,816667
10	0,166667	30	0,500000	50	0,833333
11	0,183333	31	0,516667	51	0,850000
12	0,200000	32	0,533333	52	0,866667
13	0,216667	33	0,550000	53	0,883333
14	0,233333	34	0,566667	54	0,900000
15	0,250000	35	0,583333	55	0,916667
16	0,266667	36	0,600000	56	0,933333
17	0,283333	37	0,616667	57	0,950000
18	0,300000	38	0,633333	58	0,966667
19	0,316667	39	0,650000	59	0,983333
20	0,333333	40	0,666667	60	1,000000

"(с.)	°(ч.)	"(с.)	°(ч.)	"(с.)	°(ч.)	"(с.)	°(ч.)
1	0,000278	21	0,005833	41	0,011389	0,01	0,000003
2	0,000556	22	0,006111	42	0,011667	0,02	0,000006
3	0,000833	23	0,006389	43	0,011944	0,03	0,000008
4	0,001111	24	0,006667	44	0,012222	0,04	0,000011
5	0,001389	25	0,006944	45	0,012500	0,05	0,000014
6	0,001667	26	0,007222	46	0,012778	0,06	0,000017
7	0,001944	27	0,007500	47	0,013056	0,07	0,000019
8	0,002222	28	0,007778	48	0,013333	0,08	0,000022
9	0,002500	29	0,008056	49	0,113611	0,09	0,000025
10	0,002778	30	0,008333	50	0,013889	0,10	0,000028
11	0,003056	31	0,008611	51	0,014167	0,1	0,000028
12	0,003333	32	0,008889	52	0,014444	0,2	0,000056
13	0,003611	33	0,009167	53	0,014722	0,3	0,000083
14	0,003889	34	0,009444	54	0,015000	0,4	0,000111
15	0,004167	35	0,009722	55	0,015278	0,5	0,000139
16	0,004444	36	0,010000	56	0,015556	0,6	0,000167
17	0,004722	37	0,010278	57	0,015833	0,7	0,000194
18	0,005000	38	0,010556	58	0,016111	0,8	0,000222
19	0,005278	39	0,010833	59	0,016389	0,9	0,000250
20	0,005556	40	0,011112	60	0,016667	1,0	0,000278

ТАБЛИЦА 90
Перевод часовой меры углов в градусную

Часы в дуге		Минуты времени в дуге				Секунды времени в дуге							
h	°	m	°	'	m	°	'	s	'	"	s	'	"
1	15	1	0	15	31	7	45	1	0	15	31	7	45
2	30	2	0	30	32	8	0	2	0	30	32	8	0
3	45	3	0	45	33	8	15	3	0	45	33	8	15
4	60	4	1	0	34	8	30	4	1	0	34	8	30
5	75	5	1	15	35	8	45	5	1	15	35	8	45
6	90	6	1	30	36	9	0	6	1	30	36	9	0
7	105	7	1	45	37	9	15	7	1	45	37	9	15
8	120	8	2	0	38	9	30	8	2	0	38	9	30
9	135	9	2	15	39	9	45	9	2	15	39	9	45
10	150	10	2	30	40	10	0	10	2	30	40	10	0
11	165	11	2	45	41	10	15	11	2	45	41	10	15
12	180	12	3	0	42	10	30	12	3	0	42	10	30
13	195	13	3	15	43	10	45	13	3	15	43	10	45
14	210	14	3	30	44	11	0	14	3	30	44	11	0
15	225	15	3	45	45	11	15	15	3	45	45	11	15
16	240	16	4	0	46	11	30	16	4	0	46	11	30
17	255	17	4	15	47	11	45	17	4	15	47	11	45
18	270	18	4	30	48	12	0	18	4	30	48	12	0
19	285	19	4	45	49	12	15	19	4	45	49	12	15
20	300	20	5	0	50	12	30	20	5	0	50	12	30
21	315	21	5	15	51	12	45	21	5	15	51	12	45
22	330	22	5	30	52	13	0	22	5	30	52	13	0
23	345	23	5	45	53	13	15	23	5	45	53	13	15
24	360	24	6	0	54	13	30	24	6	0	54	13	30
		25	6	15	55	13	45	25	6	15	55	13	45
		26	6	30	56	14	0	26	6	30	56	14	0
		27	6	45	57	14	15	27	6	45	57	14	15
		28	7	0	58	14	30	28	7	0	58	14	30
		29	7	15	59	14	45	29	7	15	59	14	45
		30	7	30	60	15	0	30	7	30	60	15	0

ТАБЛИЦА 91
Перевод долей градуса (или часа) в минуты и секунды

°	'	°	'	°	'	"	°	'	"	°	"
(ч.)	(мин.)	(ч.)	(мин.)	(ч.)	(мин.)	(сек.)	(ч.)	(мин.)	(сек.)	(ч.)	(сек.)
0,1	6	0,6	36	0,01	0	36	0,06	3	36	0,001	3,6
0,2	12	0,7	42	0,02	1	12	0,07	4	12	0,002	7,2
0,3	18	0,8	48	0,03	1	48	0,08	4	48	0,003	10,8
0,4	24	0,9	54	0,04	2	24	0,09	5	24	0,004	14,4
0,5	30	1,0	60	0,05	3	00	0,10	6	00	0,005	18,0

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ

Т а б л и ц а 93

Натуральные значения тригонометрических величин

Синус

Градусы	0	10'	20'	30'	40'	50	60'	
0	0,0000	0029	0058	0087	0116	0145	0175	89
1	0175	0204	0233	0262	0291	0320	0349	88
2	0349	0378	0407	0436	0465	0494	0523	87
3	0523	0552	0581	0610	0640	0669	0698	86
4	0698	0727	0756	0785	0814	0843	0872	85
5	0,0872	0901	0929	0958	0987	1016	1045	84
6	1045	1074	1103	1132	1161	1190	1219	83
7	1219	1248	1276	1305	1334	1363	1392	82
8	1392	1421	1449	1478	1507	1536	1564	81
9	1564	1593	1622	1650	1679	1708	1736	80
10	0,1736	1765	1794	1822	1851	1880	1908	79
11	1908	1937	1965	1994	2022	2051	2079	78
12	2079	2108	2136	2164	2193	2221	2250	77
13	2250	2278	2306	2334	2363	2391	2419	76
14	2419	2447	2476	2504	2532	2560	2588	75
15	0,2588	2616	2644	2672	2700	2728	2756	74
16	2756	2784	2812	2840	2868	2896	2924	73
17	2924	2952	2979	3007	3035	3062	3090	72
18	3090	3118	3145	3173	3201	3228	3256	71
19	3256	3283	3311	3338	3365	3393	3420	70
20	0,3420	3448	3475	3502	3529	3557	3584	69
21	3584	3611	3638	3665	3692	3719	3746	68
22	3746	3773	3800	3827	3854	3881	3907	67
23	3907	3934	3961	3987	4014	4041	4067	66
24	4067	4094	4120	4147	4173	4200	4226	65
25	0,4226	4253	4279	4305	4331	4358	4384	64
26	4384	4410	4436	4462	4488	4514	4540	63
27	4540	4566	4592	4617	4643	4669	4695	62
28	4695	4720	4746	4772	4797	4823	4848	61
29	4848	4874	4899	4924	4950	4975	5000	60
30	0,5000	5025	5050	5075	5100	5125	5150	59
31	5150	5175	5206	5225	5250	5275	5299	58
32	5299	5324	5348	5373	5398	5422	5446	57
33	5446	5471	5495	5519	5544	5568	5592	56
34	5592	5616	5640	5664	5688	5712	5736	55
35	0,5736	5760	5783	5807	5831	5854	5878	54
36	5878	5901	5925	5948	5972	5995	6018	53
37	6018	6041	6065	6088	6111	6134	6157	52
38	6157	6180	6202	6225	6248	6271	6293	51
39	6293	6316	6338	6361	6383	6406	6428	50
40	0,6428	6450	6472	6494	6517	6539	6561	49
41	6561	6583	6604	6626	6648	6670	6691	48
42	6691	6713	6734	6756	6777	6799	6820	47
43	6820	6841	6862	6884	6905	6926	6947	46
44	6947	6967	6988	7009	7030	7050	7071	45
45	0,7071							
	60'	50	40	30'	20'	10	0'	Градусы

Косинус

Тангенс

Градусы	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0,0000	0029	0058	0087	0116	0145	0175	89
1	0175	0204	0233	0262	0291	0320	0349	88
2	0349	0378	0407	0437	0466	0495	0524	87
3	0524	0553	0582	0612	0641	0670	0699	86
4	0699	0729	0758	0787	0816	0846	0875	85
5	0,0875	0904	0934	0963	0992	1022	1051	84
6	1051	1080	1110	1139	1169	1198	1228	83
7	1228	1257	1287	1317	1346	1376	1405	82
8	1405	1435	1465	1495	1524	1554	1584	81
9	1584	1614	1644	1673	1703	1733	1763	80
10	0,1763	1793	1823	1853	1883	1914	1944	79
11	1944	1974	2004	2035	2065	2095	2126	78
12	2126	2156	2186	2217	2247	2278	2309	77
13	2309	2339	2370	2401	2432	2462	2493	76
14	2493	2524	2555	2586	2617	2648	2679	75
15	0,2679	2711	2742	2773	2805	2836	2867	74
16	2827	2899	2931	2962	2994	3026	3057	73
17	3057	3089	3121	3153	3185	3217	3249	72
18	3249	3281	3314	3346	3378	3411	3443	71
19	3443	3476	3508	3541	3574	3607	3640	70
20	0,3640	3673	3706	3739	3772	3805	3839	69
21	3839	3872	3906	3939	3973	4006	4040	68
22	4040	4074	4108	4142	4176	4210	4245	67
23	4245	4279	4314	4348	4383	4417	4452	66
24	4452	4487	4522	4557	4592	4628	4663	65
25	0,4663	4699	4734	4770	4806	4841	4877	64
26	4877	4913	4950	4986	5022	5059	5095	63
27	5095	5132	5169	5206	5243	5280	5317	62
28	5317	5354	5392	5430	5467	5505	5543	61
29	5543	5581	5619	5658	5696	5735	5774	60
30	0,5774	5812	5851	5890	5930	5969	6009	59
31	6009	6048	6088	6128	6168	6208	6249	58
32	6249	6289	6330	6371	6412	6453	6494	57
33	6494	6536	6577	6619	6661	6703	6745	56
34	6745	6787	6830	6873	6916	6959	7002	55
35	0,7002	7046	7089	7133	7177	7221	7265	54
36	7265	7310	7355	7400	7445	7490	7536	53
37	7536	7581	7627	7673	7720	7766	7813	52
38	7813	7860	7907	7954	8002	8050	8098	51
39	8098	8146	8195	8243	8292	8342	8391	50
40	0,8391	8441	8491	8541	8591	8642	8693	49
41	8693	8744	8796	8847	8899	8952	9004	48
42	9004	9057	9110	9163	9217	9271	9325	47
43	9325	9380	9435	9490	9545	9601	9657	46
44	9657	9713	9770	9827	9884	9942	* 0000	45
45	1,0000							
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Градусы

Котангенс

Синус

Градусы	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
45	0,7071	7092	7112	7133	7153	7173	7193	44
46	7193	7214	7234	7254	7274	7294	7314	43
47	7314	7333	7353	7373	7392	7412	7431	42
48	7431	7451	7470	7490	7509	7528	7547	41
49	7547	7566	7585	7604	7623	7642	7660	40
50	0,7660	7679	7698	7716	7735	7753	7771	39
51	7771	7790	7808	7826	7844	7862	7880	38
52	7880	7898	7916	7934	7951	7969	7986	37
53	7986	8004	8021	8039	8056	8073	8090	36
54	8090	8107	8124	8141	8158	8175	8192	35
55	0,8192	8208	8225	8241	8258	8274	8290	34
56	8290	8307	8323	8339	8355	8371	8387	33
57	8387	8403	8418	8434	8450	8465	8480	32
58	8480	8496	8511	8526	8542	8557	8572	31
59	8572	8587	8601	8616	8631	8646	8660	30
60	0,8660	8675	8689	8704	8718	8732	8746	29
61	8746	8760	8774	8788	8802	8816	8829	28
62	8829	8843	8857	8870	8884	8897	8910	27
63	8910	8923	8936	8949	8962	8975	8988	26
64	8988	9001	9013	9026	9038	9051	9063	25
65	0,9063	9075	9088	9100	9112	9124	9135	24
66	9135	9147	9159	9171	9182	9194	9205	23
67	9205	9216	9228	9239	9250	9261	9272	22
68	9272	9283	9293	9304	9315	9325	9336	21
69	9336	9346	9356	9367	9377	9387	9397	20
70	0,9397	9407	9417	9426	9436	9446	9455	19
71	9455	9465	9474	9483	9492	9502	9511	18
72	9511	9520	9528	9537	9546	9555	9563	17
73	9563	9572	9580	9588	9594	9605	9613	16
74	9613	9621	9628	9636	9644	9652	9659	15
75	0,9659	9667	9674	9681	9689	9696	9703	14
76	9703	9710	9717	9724	9730	9737	9744	13
77	9744	9750	9757	9763	9769	9775	9781	12
78	9781	9787	9793	9799	9805	9811	9816	11
79	9816	9822	9827	9833	9838	9843	9848	10
80	0,9848	9853	9858	9863	9868	9872	9877	9
81	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	8
82	9903	9907	9911	9914	9918	9922	9925	7
83	9925	9929	9932	9936	9939	9942	9945	6
84	9945	9948	9951	9954	9957	9959	9962	5
85	0,9962	9964	9967	9969	9971	9974	9976	4
86	9976	9978	9980	9981	9983	9985	9986	3
87	9986	9988	9989	9990	9992	9993	9994	2
88	9994	9995	9996	9997	9997	9998	9998	1
89	9998	9999	9999	* 0000	* 0000	* 0000	* 0000	0
90	1,0000							
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Градусы

Косинус

Тангенс

Градусы	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
45	1,000	1,006	1,012	1,018	1,024	1,030	1,036	44
46	1,036	1,042	1,048	1,054	1,060	1,066	1,072	43
47	1,072	1,079	1,085	1,091	1,098	1,104	1,111	42
48	1,111	1,117	1,124	1,130	1,137	1,144	1,150	41
49	1,150	1,157	1,164	1,171	1,178	1,185	1,192	40
50	1,192	1,199	1,206	1,213	1,220	1,228	1,235	39
51	1,235	1,242	1,250	1,257	1,265	1,272	1,280	38
52	1,280	1,288	1,295	1,303	1,311	1,319	1,327	37
53	1,327	1,335	1,343	1,351	1,360	1,368	1,376	36
54	1,376	1,385	1,393	1,402	1,411	1,419	1,428	35
55	1,428	1,437	1,446	1,455	1,464	1,473	1,483	34
56	1,483	1,492	1,501	1,511	1,520	1,530	1,540	33
57	1,540	1,550	1,560	1,570	1,580	1,590	1,600	32
58	1,600	1,612	1,621	1,632	1,643	1,653	1,664	31
59	1,664	1,675	1,686	1,698	1,709	1,720	1,732	30
60	1,732	1,744	1,756	1,767	1,780	1,792	1,804	29
61	1,804	1,816	1,829	1,842	1,855	1,868	1,881	28
62	1,881	1,894	1,907	1,921	1,935	1,949	1,963	27
63	1,963	1,977	1,991	2,006	2,020	2,035	2,050	26
64	2,050	2,066	2,081	2,097	2,112	2,128	2,145	25
65	2,145	2,161	2,177	2,194	2,211	2,229	2,246	24
66	2,246	2,264	2,282	2,300	2,318	2,337	2,356	23
67	2,356	2,375	2,394	2,414	2,434	2,455	2,475	22
68	2,475	2,496	2,517	2,539	2,560	2,583	2,605	21
69	2,605	2,628	2,651	2,675	2,699	2,723	2,747	20
70	2,747	2,773	2,798	2,824	2,850	2,877	2,904	19
71	2,904	2,932	2,960	2,989	3,018	3,047	3,078	18
72	3,078	3,108	3,140	3,172	3,204	3,237	3,271	17
73	3,271	3,305	3,340	3,376	3,412	3,450	3,487	16
74	3,487	3,526	3,566	3,606	3,647	3,689	3,732	15
75	3,732	3,776	3,821	3,867	3,914	3,962	4,011	14
76	4,011	4,061	4,113	4,165	4,219	4,275	4,331	13
77	4,331	4,390	4,449	4,511	4,574	4,638	4,705	12
78	4,705	4,773	4,843	4,915	4,989	5,066	5,145	11
79	5,145	5,226	5,309	5,396	5,485	5,576	5,671	10
80	5,671	5,769	5,871	5,976	6,084	6,197	6,314	9
81	6,314	6,435	6,561	6,691	6,827	6,968	7,115	8
82	7,115	7,269	7,429	7,596	7,770	7,953	8,144	7
83	8,144	8,345	8,556	8,777	9,010	9,255	9,514	6
84	9,514	9,788	10,078	10,385	10,712	11,059	11,430	5
85	11,430	11,826	12,251	12,706	13,197	13,727	14,301	4
86	14,301	14,924	15,605	16,350	17,169	18,075	19,081	3
87	19,081	20,206	21,470	22,904	24,542	26,432	28,636	2
88	28,636	31,242	34,368	38,188	42,964	49,104	57,290	1
89	57,290	68,750	85,940	114,59	171,89	343,77	∞	0
90	∞							
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Градусы

Котангенс

Секанс

Градусы	0	10'	20'	30'	40'	50	60'	
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	89
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001	88
2	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	87
3	1,001	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	86
4	1,002	1,003	1,003	1,003	1,003	1,004	1,004	85
5	1,004	1,004	1,004	1,005	1,005	1,005	1,006	84
6	1,006	1,006	1,006	1,006	1,007	1,007	1,008	83
7	1,008	1,008	1,008	1,009	1,009	1,009	1,010	82
8	1,010	1,011	1,011	1,011	1,012	1,012	1,012	81
9	1,013	1,013	1,013	1,014	1,014	1,015	1,015	80
10	1,016	1,016	1,017	1,018	1,018	1,019	1,019	79
11	1,019	1,019	1,020	1,020	1,021	1,022	1,022	78
12	1,022	1,023	1,024	1,024	1,025	1,026	1,026	77
13	1,026	1,027	1,028	1,028	1,029	1,030	1,031	76
14	1,031	1,031	1,032	1,033	1,034	1,034	1,035	75
15	1,035	1,036	1,037	1,038	1,039	1,039	1,040	74
16	1,040	1,041	1,042	1,043	1,044	1,045	1,046	73
17	1,046	1,047	1,048	1,049	1,049	1,050	1,051	72
18	1,051	1,052	1,053	1,054	1,056	1,057	1,058	71
19	1,058	1,059	1,060	1,061	1,062	1,063	1,064	70
20	1,064	1,065	1,066	1,068	1,069	1,070	1,071	69
21	1,071	1,072	1,074	1,075	1,076	1,077	1,079	68
22	1,079	1,080	1,081	1,082	1,084	1,085	1,086	67
23	1,086	1,088	1,089	1,090	1,092	1,093	1,095	66
24	1,095	1,096	1,097	1,099	1,100	1,102	1,103	65
25	1,103	1,105	1,106	1,108	1,109	1,111	1,113	64
26	1,113	1,114	1,116	1,117	1,119	1,121	1,122	63
27	1,122	1,124	1,126	1,127	1,129	1,131	1,132	62
28	1,132	1,134	1,136	1,138	1,140	1,142	1,143	61
29	1,143	1,145	1,147	1,149	1,151	1,153	1,155	60
30	1,155	1,157	1,159	1,161	1,163	1,165	1,167	59
31	1,167	1,169	1,171	1,173	1,175	1,177	1,179	58
32	1,179	1,181	1,184	1,186	1,188	1,190	1,192	57
33	1,192	1,195	1,197	1,199	1,202	1,204	1,206	56
34	1,206	1,209	1,211	1,213	1,216	1,218	1,221	55
35	1,221	1,223	1,226	1,228	1,231	1,233	1,236	54
36	1,236	1,239	1,241	1,244	1,247	1,249	1,252	53
37	1,252	1,255	1,258	1,260	1,263	1,266	1,269	52
38	1,269	1,272	1,275	1,278	1,281	1,284	1,287	51
39	1,287	1,290	1,293	1,296	1,299	1,302	1,305	50
40	1,305	1,309	1,312	1,315	1,318	1,322	1,325	49
41	1,325	1,328	1,332	1,335	1,339	1,342	1,346	48
42	1,346	1,349	1,353	1,356	1,360	1,364	1,367	47
43	1,367	1,371	1,375	1,379	1,382	1,386	1,390	46
44	1,390	1,394	1,398	1,402	1,406	1,410	1,414	45
45	1,414	1,418	1,423	1,427	1,431	1,435	1,440	44
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Градусы

Косеканс

Секанс

Градусы	0	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
45	1,414	1,418	1,423	1,427	1,431	1,435	1,440	45
46	1,440	1,444	1,448	1,453	1,457	1,462	1,466	43
47	1,466	1,471	1,476	1,480	1,485	1,490	1,494	42
48	1,494	1,499	1,504	1,509	1,514	1,519	1,524	41
49	1,524	1,529	1,535	1,540	1,545	1,550	1,556	40
50	1,556	1,561	1,567	1,572	1,578	1,583	1,589	39
51	1,589	1,595	1,501	1,606	1,612	1,618	1,624	38
52	1,624	1,630	1,636	1,643	1,649	1,656	1,662	37
53	1,662	1,668	1,675	1,681	1,688	1,695	1,701	36
54	1,701	1,708	1,715	1,722	1,729	1,736	1,743	35
55	1,743	1,751	1,758	1,766	1,773	1,781	1,788	34
56	1,788	1,796	1,804	1,812	1,820	1,828	1,836	33
57	1,836	1,844	1,853	1,861	1,870	1,878	1,887	32
58	1,887	1,896	1,905	1,914	1,923	1,932	1,942	31
59	1,942	1,951	1,961	1,970	1,980	1,990	2,000	30
60	2,000	2,010	2,020	2,031	2,041	2,052	2,063	29
61	2,063	2,074	2,085	2,096	2,107	2,118	2,130	28
62	2,130	2,142	2,154	2,166	2,178	2,190	2,203	27
63	2,203	2,215	2,228	2,241	2,254	2,268	2,281	26
64	2,281	2,295	2,309	2,323	2,337	2,352	2,366	25
65	2,366	2,381	2,396	2,411	2,427	2,443	2,459	24
66	2,459	2,475	2,491	2,508	2,525	2,542	2,559	23
67	2,559	2,577	2,595	2,613	2,632	2,650	2,669	22
68	2,669	2,689	2,709	2,728	2,749	2,769	2,790	21
69	2,790	2,812	2,833	2,855	2,878	2,901	2,924	20
70	2,924	2,947	2,971	2,996	3,021	3,046	3,072	19
71	3,072	3,098	3,124	3,152	3,179	3,207	3,236	18
72	3,236	3,265	3,295	3,326	3,356	3,388	3,420	17
73	3,420	3,453	3,487	3,521	3,556	3,592	3,628	16
74	3,628	3,665	3,703	3,742	3,782	3,822	3,864	15
75	3,864	3,906	3,950	3,994	4,039	4,086	4,134	14
76	4,134	4,182	4,232	4,284	4,336	4,390	4,445	13
77	4,445	4,502	4,560	4,620	4,682	4,745	4,810	12
78	4,810	4,876	4,945	5,016	5,089	5,164	5,241	11
79	5,241	5,320	5,403	5,487	5,575	5,665	5,759	10
80	5,759	5,855	5,955	6,059	6,166	6,277	6,392	9
81	6,392	6,512	6,636	6,765	6,900	7,040	7,185	8
82	7,185	7,337	7,496	7,661	7,834	8,016	8,206	7
83	8,206	8,405	8,614	8,834	9,065	9,309	9,567	6
84	9,567	9,839	10,128	10,433	10,758	11,104	11,474	5
85	11,474	11,868	12,291	12,746	13,235	13,763	14,336	4
86	14,336	14,958	15,837	16,380	17,198	18,103	19,107	3
87	19,107	20,230	21,494	22,926	24,562	26,450	28,651	2
88	28,654	31,258	34,382	38,202	42,976	49,114	57,299	1
89	57,299	68,757	85,946	—	—	—	∞	0
90	∞							
	60'	50'	40'	30	20'	10'	0'	Градусы

Косеканс

ТАБЛИЦА 94

Натуральные значения синуса и косинуса по аргументу,
выраженному в часовой мере

Синус

	0 ^h	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	
0 ^m	0,000	0,259	0,500	0,707	0,866	0,966	60
1	0,004	0,263	0,504	0,710	0,868	0,967	59
2	0,009	0,267	0,508	0,713	0,870	0,968	58
3	0,013	0,271	0,511	0,716	0,872	0,969	57
4	0,017	0,276	0,515	0,719	0,875	0,970	56
5	0,022	0,280	0,519	0,722	0,877	0,971	55
6	0,026	0,284	0,522	0,725	0,879	0,972	54
7	0,031	0,288	0,526	0,728	0,881	0,973	53
8	0,035	0,292	0,530	0,731	0,883	0,974	52
9	0,039	0,297	0,534	0,734	0,885	0,975	51
10	0,044	0,301	0,537	0,737	0,887	0,976	50
11	0,048	0,305	0,541	0,740	0,889	0,977	49
12	0,052	0,309	0,545	0,743	0,891	0,978	48
13	0,057	0,313	0,548	0,746	0,893	0,979	47
14	0,061	0,317	0,552	0,749	0,895	0,980	46
15	0,065	0,321	0,556	0,752	0,897	0,981	45
16	0,070	0,326	0,559	0,755	0,899	0,982	44
17	0,074	0,330	0,563	0,758	0,901	0,982	43
18	0,078	0,334	0,566	0,760	0,903	0,983	42
19	0,083	0,338	0,570	0,763	0,904	0,984	41
20	0,087	0,342	0,574	0,766	0,906	0,985	40
21	0,092	0,346	0,577	0,769	0,908	0,986	39
22	0,096	0,350	0,581	0,772	0,910	0,986	38
23	0,100	0,354	0,584	0,774	0,912	0,987	37
24	0,105	0,358	0,588	0,777	0,914	0,988	36
25	0,109	0,362	0,591	0,780	0,915	0,988	35
26	0,113	0,367	0,595	0,783	0,917	0,989	34
27	0,118	0,371	0,598	0,785	0,919	0,990	33
28	0,122	0,375	0,602	0,788	0,921	0,990	32
29	0,126	0,379	0,605	0,791	0,922	0,991	31
30	0,131	0,383	0,609	0,793	0,924	0,991	30
31	0,135	0,387	0,612	0,796	0,926	0,992	29
32	0,139	0,391	0,616	0,799	0,927	0,993	28
33	0,143	0,395	0,619	0,801	0,929	0,993	27
34	0,148	0,399	0,623	0,804	0,930	0,994	26
35	0,152	0,403	0,626	0,806	0,932	0,994	25
36	0,156	0,407	0,629	0,809	0,934	0,995	24
37	0,161	0,411	0,633	0,812	0,935	0,995	23
38	0,165	0,415	0,636	0,814	0,937	0,995	22
39	0,169	0,419	0,639	0,817	0,938	0,996	21
40	0,174	0,423	0,643	0,819	0,940	0,996	20
41	0,178	0,427	0,646	0,822	0,941	0,997	19
42	0,182	0,431	0,649	0,824	0,943	0,997	18
43	0,187	0,434	0,653	0,827	0,944	0,997	17
44	0,191	0,438	0,656	0,829	0,946	0,998	16
45	0,195	0,442	0,659	0,831	0,947	0,998	15
46	0,199	0,446	0,663	0,834	0,948	0,998	14
47	0,204	0,450	0,666	0,836	0,950	0,998	13
48	0,208	0,454	0,669	0,839	0,951	0,999	12
49	0,212	0,458	0,672	0,841	0,952	0,999	11
50	0,216	0,462	0,676	0,843	0,954	0,999	10
51	0,221	0,466	0,679	0,846	0,955	0,999	9
52	0,225	0,469	0,682	0,848	0,956	0,999	8
53	0,229	0,473	0,685	0,850	0,958	1,000	7
54	0,233	0,477	0,688	0,853	0,959	1,000	6
55	0,238	0,481	0,692	0,855	0,960	1,000	5
56	0,242	0,485	0,695	0,857	0,961	1,000	4
57	0,246	0,489	0,698	0,859	0,962	1,000	3
58	0,250	0,492	0,701	0,862	0,964	1,000	2
59	0,255	0,496	0,704	0,864	0,965	1,000	1
60	0,259	0,500	0,707	0,866	0,966	1,000	0 ^m
	5 ^h	4 ^h	3 ^h	2 ^h	1 ^h	0 ^h	

Косинус

Т А Б Л И Ц А 95
Длина дуги круга в радианах

°	V	°	V	°	V	'	V	"	V
0°	0,00000	60°	1,04720	120°	2,09440	0	0,00000	0	0,00000
1	0,01745	61	1,06465	121	2,11185	1	0,00029	1	0,00000
2	0,03491	62	1,08210	122	2,12930	2	0,00058	2	0,00001
3	0,05236	63	1,09956	123	2,14676	3	0,00087	3	0,00001
4	0,06981	64	1,11701	124	2,16421	4	0,00116	4	0,00002
5	0,08727	65	1,13446	125	2,18166	5	0,00145	5	0,00002
6	0,10472	66	1,15192	126	2,19911	6	0,00175	6	0,00003
7	0,12217	67	1,16937	127	2,21657	7	0,00204	7	0,00003
8	0,13963	68	1,18682	128	2,23402	8	0,00233	8	0,00004
9	0,15708	69	1,20428	129	2,25147	9	0,00262	9	0,00004
10	0,17453	70	1,22173	130	2,26893	10	0,00291	10	0,00005
11	0,19199	71	1,23918	131	2,28638	11	0,00320	11	0,00005
12	0,20944	72	1,25664	132	2,30383	12	0,00349	12	0,00006
13	0,22689	73	1,27409	133	2,32129	13	0,00378	13	0,00006
14	0,24435	74	1,29154	134	2,33874	14	0,00407	14	0,00007
15	0,26180	75	1,30900	135	2,35619	15	0,00436	15	0,00007
16	0,27925	76	1,32645	136	2,37365	16	0,00465	16	0,00008
17	0,29671	77	1,34390	137	2,39110	17	0,00495	17	0,00008
18	0,31416	78	1,36136	138	2,40855	18	0,00524	18	0,00009
19	0,33161	79	1,37881	139	2,42601	19	0,00553	19	0,00009
20	0,34907	80	1,39626	140	2,44346	20	0,00582	20	0,00010
21	0,36652	81	1,41372	141	2,46091	21	0,00611	21	0,00010
22	0,38397	82	1,43117	142	2,47837	22	0,00640	22	0,00011
23	0,40143	83	1,44862	143	2,49582	23	0,00669	23	0,00011
24	0,41888	84	1,46608	144	2,51327	24	0,00698	24	0,00012
25	0,43633	85	1,48353	145	2,53073	25	0,00727	25	0,00012
26	0,45379	86	1,50098	146	2,54818	26	0,00756	26	0,00013
27	0,47124	87	1,51844	147	2,56563	27	0,00785	27	0,00013
28	0,48869	88	1,53589	148	2,58309	28	0,00814	28	0,00014
29	0,50615	89	1,55334	149	2,60054	29	0,00844	29	0,00014
30	0,52360	90	1,57080	150	2,61799	30	0,00873	30	0,00015
31	0,54105	91	1,58825	151	2,63545	31	0,00902	31	0,00015
32	0,55851	92	1,60570	152	2,65290	32	0,00931	32	0,00016
33	0,57596	93	1,62316	153	2,67035	33	0,00960	33	0,00016
34	0,59341	94	1,64061	154	2,68781	34	0,00989	34	0,00016
35	0,61087	95	1,65806	155	2,70526	35	0,01018	35	0,00017
36	0,62832	96	1,67552	156	2,72271	36	0,01047	36	0,00017
37	0,64577	97	1,69297	157	2,74017	37	0,01076	37	0,00018
38	0,66323	98	1,71042	158	2,75762	38	0,01105	38	0,00018
39	0,68068	99	1,72788	159	2,77507	39	0,01134	39	0,00019
40	0,69813	100	1,74533	160	2,79253	40	0,01164	40	0,00019
41	0,71559	101	1,76278	161	2,80998	41	0,01193	41	0,00020
42	0,73304	102	1,78024	162	2,82743	42	0,01222	42	0,00020
43	0,75049	103	1,79769	163	2,84489	43	0,01251	43	0,00021
44	0,76794	104	1,81514	164	2,86234	44	0,01280	44	0,00021
45	0,78540	105	1,83260	165	2,87979	45	0,01309	45	0,00022
46	0,80285	106	1,85005	166	2,89725	46	0,01338	46	0,00022
47	0,82030	107	1,86750	167	2,91470	47	0,01367	47	0,00023
48	0,83776	108	1,88496	168	2,93215	48	0,01396	48	0,00023
49	0,85521	109	1,90241	169	2,94961	49	0,01425	49	0,00024
50	0,87266	110	1,91986	170	2,96706	50	0,01454	50	0,00024
51	0,89012	111	1,93732	171	2,98451	51	0,01484	51	0,00025
52	0,90757	112	1,95477	172	3,00197	52	0,01513	52	0,00025
53	0,92502	113	1,97222	173	3,01942	53	0,01542	53	0,00026
54	0,94248	114	1,98968	174	3,03687	54	0,01571	54	0,00026
55	0,95993	115	2,00713	175	3,05433	55	0,01600	55	0,00027
56	0,97738	116	2,02458	176	3,07178	56	0,01629	56	0,00027
57	0,99484	117	2,04204	177	3,08923	57	0,01658	57	0,00028
58	1,01229	118	2,05949	178	3,10669	58	0,01687	58	0,00028
59	1,02974	119	2,07694	179	3,12414	59	0,01716	59	0,00029
60	1,04720	120	2,09440	180	3,14159	60	0,01745	60	0,00029

ТАБЛИЦА 96

Частота в нормальном распределении

Функция $\varphi(\xi)$ по аргументу ξ

ξ	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,3989	0,3989	0,3989	0,3988	0,3986	0,3984	0,3982	0,3980	0,3977	0,3973
0,1	3970	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918
0,2	3910	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825
0,3	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3725	3712	3697
0,4	3683	3668	3653	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538
0,5	0,3521	0,3503	0,3485	0,3467	0,3448	0,3429	0,3410	0,3391	0,3372	0,3352
0,6	3332	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144
0,7	3128	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920
0,8	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685
0,9	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444
1,0	0,2420	0,2396	0,2371	0,2347	0,2323	0,2299	0,2275	0,2251	0,2227	0,2203
1,1	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965
1,2	1942	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736
1,3	1714	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518
1,4	1497	1476	1456	1435	1415	1394	1374	1354	1334	1315
1,5	0,1295	0,1276	0,1257	0,1238	0,1219	0,1200	0,1182	0,1163	0,1145	0,1127
1,6	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957
1,7	0940	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0814
1,8	0790	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669
1,9	0656	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551
2,0	0,0540	0,0529	0,0519	0,0508	0,0498	0,0488	0,0478	0,0468	0,0459	0,0449
2,1	0440	0431	0422	0413	0404	0396	0387	0379	0371	0363
2,2	0355	0347	0339	0332	0325	0317	0310	0303	0227	0290
2,3	0283	0277	0270	0264	0258	0252	0246	0241	0235	0229
2,4	0224	0219	0213	0208	0203	0198	0194	0189	0184	0180
2,5	0,0175	0,0171	0,0167	0,0163	0,0158	0,0154	0,0151	0,0147	0,0143	0,0139
2,6	0136	0132	0129	0126	0122	0119	0116	0113	0110	0107
2,7	0104	0101	0099	0096	0093	0091	0088	0086	0084	0081
2,8	0079	0077	0075	0073	0071	0069	0067	0065	0063	0061
2,9	0060	0058	0056	0055	0053	0051	0050	0048	0047	0046

Т А Б Л И Ц А 97
Коэффициенты к интерполяционной формуле Стирлинга

θ	$\frac{\theta^2}{1 \cdot 2}$	$\frac{\theta(\theta^2 - 1)}{1 \cdot 2 \cdot 3}$	$\frac{\theta^2(\theta^2 - 1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}$	θ	$\frac{\theta^2}{1 \cdot 2}$	$\frac{\theta(\theta^2 - 1)}{1 \cdot 2 \cdot 3}$	$\frac{\theta^2(\theta^2 - 1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}$
0,00	+0,00000	—0,0000	—0,0000	0,25	+0,03125	—0,0391	—0,0024
0,01	0,00005	0,0017	0,0000	0,26	0,03380	0,0404	0,0026
0,02	0,00020	0,0033	0,0000	0,27	0,03645	0,0417	0,0028
0,03	0,00045	0,0050	0,0000	0,28	0,03920	0,0430	0,0030
0,04	0,00080	0,0067	0,0001	0,29	0,04205	0,0443	0,0032
0,05	+0,00125	—0,0083	—0,0001	0,30	+0,04500	—0,0455	—0,0034
0,06	0,00180	0,0100	0,0001	0,31	0,04805	0,0467	0,0036
0,07	0,00245	0,0116	0,0002	0,32	0,05120	0,0479	0,0038
0,08	0,00320	0,0133	0,0003	0,33	0,05445	0,0490	0,0040
0,09	0,00405	0,0149	0,0003	0,34	0,05780	0,0501	0,0043
0,10	+0,00500	—0,0165	—0,0004	0,35	+0,06125	—0,0512	—0,0045
0,11	0,00605	0,0181	0,0005	0,36	0,06480	0,0522	0,0047
0,12	0,00720	0,0197	0,0006	0,37	0,06845	0,0532	0,0049
0,13	0,00845	0,0213	0,0007	0,38	0,07220	0,0542	0,0051
0,14	0,00980	0,0229	0,0008	0,39	0,07605	0,0551	0,0054
0,15	+0,01125	—0,0244	—0,0009	0,40	+0,08000	—0,0560	—0,0056
0,16	0,01280	0,0260	0,0010	0,41	0,08405	0,0568	0,0058
0,17	0,01445	0,0275	0,0012	0,42	0,08820	0,0576	0,0060
0,18	0,01620	0,0290	0,0013	0,43	0,09245	0,0584	0,0063
0,19	0,01805	0,0305	0,0014	0,44	0,09680	0,0591	0,0065
0,20	+0,02000	—0,0320	—0,0016	0,45	+0,10125	—0,0598	—0,0067
0,21	0,02205	0,0335	0,0018	0,46	0,10580	0,0604	0,0069
0,22	0,02420	0,0349	0,0019	0,47	0,11045	0,0610	0,0072
0,23	0,02645	0,0363	0,0021	0,48	0,11520	0,0616	0,0074
0,24	0,02880	0,0377	0,0023	0,49	0,12005	0,0621	0,0076
0,25	+0,03125	—0,0391	—0,0024	0,50	+0,12500	—0,0625	—0,0078

ТАБЛИЦА 98
Значения e^x и e^{-x}

x	e^x	e^{-x}	x	e^x	e^{-x}
0,000	1,0000	1,0000	1,0	2,7183	0,3679
0,005	1,0050	0,9950	1,1	3,0042	0,3329
0,010	1,0101	0,9900	1,2	3,3201	0,3012
0,015	1,0151	0,9851	1,3	3,6693	0,2725
0,020	1,0202	0,9802	1,4	4,0552	0,2466
0,025	1,0253	0,9753	1,5	4,4817	0,2231
0,030	1,0305	0,9704	1,6	4,9530	0,2019
0,035	1,0356	0,9656	1,7	5,4739	0,1827
0,040	1,0408	0,9608	1,8	6,0496	0,1653
0,045	1,0460	0,9560	1,9	6,6859	0,1496
0,050	1,0513	0,9512	2,0	7,3891	0,1353
0,055	1,0565	0,9465	2,2	9,0250	0,1108
0,060	1,0618	0,9418	2,4	11,0232	0,0907
0,065	1,0672	0,9371	2,6	13,4637	0,0723
0,070	1,0725	0,9324	2,8	16,4446	0,0608
0,075	1,0779	0,9277	3,0	20,0855	0,0498
0,080	1,0833	0,9231	3,2	24,5325	0,0408
0,085	1,0887	0,9185	3,4	29,9641	0,0334
0,090	1,0942	0,9139	3,6	36,5982	0,0273
0,095	1,0987	0,9094	3,8	44,7012	0,0224
0,100	1,0517	0,9048	4,0	54,5982	0,0183
0,15	1,1618	0,8607	4,2	66,6863	0,0150
0,20	1,2214	0,8187	4,4	81,4509	0,0123
0,25	1,2840	0,7788	4,6	99,4843	0,0101
0,30	1,3499	0,7408	4,8	121,5104	0,0082
0,35	1,4191	0,7047	5,0	148,4132	0,0067
0,40	1,4918	0,6703	5,5	244,692	0,0041
0,45	1,5683	0,6376	6,0	403,43	0,0025
0,50	1,6487	0,6065	6,5	665,14	0,0015
0,55	1,7333	0,5770	7,0	1096,63	0,0009
0,60	1,8221	0,5488	7,5	1808,04	0,00055
0,65	1,9155	0,5220	8,0	2980,96	0,00034
0,70	2,0138	0,4966	8,5	4914,77	0,00020
0,75	2,1170	0,4724	9,0	8703,08	0,00012
0,80	2,2255	0,4493	9,5	13359,73	0,00007
0,85	2,3396	0,4271	10,0	22026,47	0,00004
0,90	2,4596	0,4066			
0,95	2,5857	0,3867			

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ФОТООБЪЕКТИВЫ

ТАБЛИЦА 99

Обозначения советских астрономических приборов и инструментов

[дается диаметр объектива (или зеркала) и фокусное расстояние в мм]	
АВР1	—рефрактор визуальный 200/3000.
АВР3	—рефрактор визуальный 130/2000.
АЗТ1	—телескоп Шмидта 530/1800 (для Бюраканской обс.).
АЗТ2	—рефлектор парабол. 700/3150.
АЗТ5	—менисковый телескоп 500/2000.
АЗТ6	—менисковый телескоп 250/950.
АЗТ7	—менисковый телескоп 200/2000.
АЗТ8	—рефлектор параб. 700/3150.
АЗТ9	—менисковый телескоп 130/1000.
АЗТ10	—телескоп Шмидта 1000/2130 (для Бюрак. обс.).
АЗТ11	—фотоэлектрический рефлектор 1250/4000.
АЗТ12	—рефлектор параб. 1500/5270.
АЗТ14	—рефлектор параб. 480/2160.
АЗТ15	—телескоп Шмидта 900/2123 (для Шемахинск. обс.).
АЗТ16	—двухменисковый телескоп 700/2076 (для станции ГАО в Чили).
АПМ1	—пассажный инструмент 100/1000.
АПМ2 *)	—зенит-телескоп 180/2400 (с фотографической регистрацией отсчетов уровней и микрометров).
АПМ3	—фотографическая зенитная труба 250/4000 (полностью автоматизированная).
АПМ4	—меридианный круг 400/2500 (с фоторегистацией отсчетов кругов).
АПМ10	—пассажный инструмент 100/1000.
АПШ6	—параллакт. монтировка (штатив).
АПШ30,31	— » » »
АПШ40,70	— » » »
АПШ70	— » » »
АС11	—двойной метеорный пагруль с 4-мя камерами 100/250.
АС32	—менисковый телескоп 700/2000 (для Абастумани).
АСИ1	—небулярный спектрограф (для Бюракана и Симеиза).
АСИ2	—менисковый телескоп 500/1200 (для Алма-Аты).
АСИ4	—зеркально-линзовый анаберрационный телескоп (Слюсарева — Иоанни-сиани 350/1400).
АСИ5	—рефлектор с кварцевым бесщелевым спектрографом (системы О. А. Мельникова) 250.
АСП3	—спектрограф двухпризменный (к ТЭ).
АСП9	—спектрограф однопризменный.
АСП10	—спектрогелиоскоп.
АСП11	—дифракц. спектрограф щелевой.
АСП12	—дифракц. спектрограф вакуумный (для Пулкова).
АСП14	—спектрограф для неподвижного фокуса (к ЗТШ) (с 3-мя камерами).

*) =ЗТЛ-180 (по нумерованию ГАО АН УССР)

АСП16	— дифракц. спектрограф (к АЗТ8).
АСП18	— спектрограф вакуумный (к БСТ)
АСП19	— спектрограф дифракц. (к ЗТЭ).
АСП20	— » » (к АЦУ5).
АСП21	— » » (к АЗТ8).
АСП30	— спектрограф бесщелевой (к АЗТ12).
АСП32	— спектрограф (к АЗТ12).
АСП33	— колориметр (к АЗТ11).
АСП36	— спектрограф щелевой первичного фокуса (к АЗТ12).
АТБ1	— башенный солнечный телескоп (целостаты и объектив 300/15000, либо 300/19200).
АТБ3	— башенный солнечный телескоп (целостаты и объектив 380/12920, либо 380/20520).
АФМ3	— астрофотометр фотоэлектрический.
АФМ6	— астрофотометр фотоэлектрический (модернизированный).
АФР1	— астрограф астрометрический широкоугольный (для ГАИШ) 230/2300.
АФР2	— хромосферно-фотосферный телескоп (стандартный) 60/5400.
АФР3	— фотогелиограф (130/9100).
АФР5	— лунно-планетная камера.
АФР10	— камера прямого фотографирования в системе Кассегрена (для АЗТ12).
АЦУ5	— горизонтальный солнечный телескоп.
АЧМ2	— часовой механизм (без секундн. контроля).
АЧМ3	— часовой механизм (с секундн. контролем).
БДСП	— большой дифракционный спектрограф (для Горной станции ГАО).
БСТ	— башенный солнечный телескоп (для КрАО).
БТА	— большой телескоп азимутальный — рефлектор с зеркалом 6 м (для САО).
ЗТА	— рефлектор параболический 2,6 м (Бюрак. obs.)
ЗТШ*)	— рефлектор параболич 2,6 м (КрАО)
ЗТЭ**)	— рефлектор парабол. 1,25 м (Южная станция ГАИШ).
КГ1	— коронограф солнечный внеатмосферный (КрАО).
МТМ-200	— менисковый телескоп 200/2500.
МТМ-500	— менисковый телескоп 500/6500.
ПМIV—VI	— параллакт. монтировки.
СП72	— спектрограф щелевой.
ФГ1	— фотогелиограф стандартный (менисковый телеобъектив) 100/8250.
ЧМ1	— часовой механизм (гиревой).

Некоторые журнальные статьи о советских
астрономических инструментах

- 1 Добычин П. В. Астрономическое приборостроение в СССР, «Оптико-мех. пром.», 1957, № 5, стр. 33—42.
2. Добычин П. В. Новые астрономические приборы завода ГОМЗ, «Оптико-мех пром.», 1961, № 11, стр. 2—9
3. Иоаннисиани Б. К. Новые астрономические инструменты. «Оптико-мех. пром.», 1957, № 6, стр. 1—6.
4. Иоаннисиани Б. К. Зеркальный телескоп с зеркалом 2,6 м имени акад. Г. А. Шайна, «Оптико-мех. пром.», 1958, № 4, стр. 25.
5. Селешников С. И. Советские астрономические инструменты, «Природа», 1959, № 9, стр. 39—46.
6. Селешников С. И. Вакуумный солнечный дифракционный спектрограф Главной астрономической обсерватории в Пулково, «Оптико-мех. пром.», 1961, № 10, стр. 4—6.
7. Информац. сообщение № 15 Комиссии по астроприборостроению Астросовета АН СССР, май, 1968.

*) Телескоп имени акад. Г. А. Шайна.

**) Предназначался для Энгельгардтовской обсерватории. почему и имеется Э в его обозначении.

Т А Б Л И Ц А 100
Характеристики некоторых советских фотообъективов

Наименование	Относит. отверстие	Фокусное расст.	Диаметр поля	На каком аппарате монтирован
МТО-1000	1:10	1000 мм	2°,5	Зенит
МТО-500	1:8	500	4,8	Зенит
Таир-3А	1:4,5	300	8	Зенит-3М
Телемар-22	1:5,6	200	16	Зенит
Юпитер-6	1:2,8	180	14	Зенит
Юпитер-11	1:4	135	18	Киев, Зоркий
Таир-11	1:2,8	135	18	Зенит-3М
Гелиос-40	1:1,5	85	28	Зенит-3М
Юпитер-9	1:2	85	28	Зенит-3М, Зоркий-10
Рубин-1	1:2,8	37—80 *)	60—25	Зенит-6
Т-22	1:4,5	75	58	Спутник (стереоск.)
Мир-3	1:3,5	65	65	Салют
Гелиос-44	1:2	58	55	Зенит-3М
Индустар-26М	1:2,8	50	45	ФЭД-3
Индустар-50	1:5	50	25° × 120° **)	ФТ-2
Вега-3	1:2,8	50	45	Зенит-4, Зенит-5
Юпитер-8	1:2	50	45	Киев-4А, Киев-4
Индустар-63	1:2,8	45	45	Чайка, Зоркий-10
Т-48	1:2,8	45	45	Восход
Т-43	1:4	40	40	Смена-8

*) Переменное фокусное расстояние

**) Для панорамных снимков 24×110 мм

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Астрономические обсерватории и институты СССР. Астрономический совет АН СССР. Радиосовет АН СССР. Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО). Планетарии. Международный Астрономический Союз (МАС)

Астрономические обсерватории и институты СССР. За последние пятьдесят лет в нашей стране были переоборудованы старые и организовано много новых обсерваторий (см. об этом подробно в сб. «Развитие астрономии в СССР» из серии «Наука и техника в СССР за 50 лет», «Наука», 1967, стр. 9—39, а также ЗиВ, 1967, № 1—6). Многие педагогические и геодезические институты и некоторые средние школы располагают небольшими учебными обсерваториями. Планетарии и отделения ВАГО (см. ниже) также иногда имеют астрономические инструменты и башни. Являясь центрами популяризаторской и исследовательской работы, они могут быть полезными всем, интересующимся астрономией.

Астрономический совет (АС) АН СССР находится при Отделении общей физики и астрономии АН СССР. Он призван координировать работу всех астрономических организаций СССР и содействовать их оснащению современной аппаратурой. Членами АС являются видные советские астрономы и директора всех астрономических организаций. Его оперативной работой руководит Президиум, председателем которого является член-корр. АН СССР проф. Э. Р. Мустель. Для осуществления координационных задач АС имеет ряд постоянных отраслевых комиссий, подкомиссий и рабочих групп. В настоящее время работают следующие комиссии АС:

астрометрическая, астрономического приборостроения, звездной астрономии, изучения вращения Земли, исследований Солнца, истории астрономии, изучения комет и метеоров, небесной механики, изучения переменных звезд, физики звезд и туманностей, физики планет, внеатмосферной астрономии. Почти каждая комиссия имеет рабочие группы по некоторым конкретным разделам своей проблемы. Комиссии АС издают «Информационные сообщения», организуют совещания, пленумы, летние школы для молодых астрономов, курсы повышения квалификации. При АС находится Совет по подготовке астрономических кадров, который рассматривает вопросы преподавания астрономии на всех ступенях образования, от средней школы до подготовки специалистов высшей квалификации.

АС является Национальным комитетом советских астрономов и представляет их в МАС (см. ниже).

Радиосовет АН СССР координирует работу более 20 радиоастрономических учреждений и около дюжины обсерваторий, частично занимающихся радиоастрономическими исследованиями. Радиосовет систематически созывает совещания по проблемам радиоастрономии.

Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО), созданное в 1936 г. на базе Русского астрономического Общества, его отделений и различных кружков и обществ любителей астрономии, является научно-общественной организацией, объединяющей специалистов-астрономов и геодезистов и любителей астрономии. Его задача способствовать развитию астрономии, геодезии и картографии в

нашей стране и распространению материалистических знаний о мироздании в широких массах.

Лица, не достигшие 18 лет, могут состоять членами юношеских секций отделений ВАГО.

Президентом ВАГО является проф. Д. Я. Мартынов, Учеными секретарями — И. Т. Зоткин и В. А. Бронштэн. Адрес ВАГО — 103009, г. Москва К-9, Абонементный ящик 918. ВАГО издает «Астрономический Вестник» (АВ) и журнал «Земля и Вселенная» (ЗиВ) — см. стр. 380. Секция астроприборостроения издает сборники «Любительское телескопостроение» — см. стр. 378

В таблице 101 дан перечень существующих отделений ВАГО с их почтовыми адресами. В 56 отделений в 14 республиках входит более 5600 членов ВАГО и около 1200 членов юношеских секций. В составе ВАГО около 200 коллективных членов — обсерваторий, ВУЗов, НИИ, геодезических предприятий, дворцов пионеров и т. д.

Лишь 15% отделений ВАГО располагают собственными инструментами. Однако около 90% отделений могут пользоваться инструментами других учреждений, причем большинство телескопов свыше 125 мм. Научная работа членов ВАГО в астрономических секциях отделений успешно ведется в следующих направлениях: изучение переменных звезд, разнообразное изучение Солнца и проявлений солнечной активности (в частности, для прогнозирования хромосферных вспышек), наблюдение солнечных затмений (в специальных экспедициях ВАГО), наблюдения покрытий звезд Луной (для улучшения теории движения Луны), изучение Луны и планет, наблюдение метеоров, болидов, поиски метеоритов, наблюдения (иногда открытия!) комет, изучение зодиакального света, противосияния и серебристых облаков, наблюдения ИСЗ, радиоастрономические наблюдения (всплески радиоизлучения Солнца и Юпитера), звездно-астрономические исследования (на базе материалов крупных советских обсерваторий) и некоторые другие.

По всем перечисленным проблемам существуют инструкции либо методические указания, составленные специалистами — научными консультантами Астрономической секции ЦС ВАГО (см., например, Циркуляр ВАГО № 14, М., 1967). Эта секция созывает совещания, рассылает инструктивные письма, публикует методические брошюры, осуществляет координацию планов работ астрономических секций отделений ВАГО, организует экспедиции и вообще всячески способствует развитию наблюдательной и теоретической работы во всех отделениях Общества.

Планетарии. Московский Планетарий построен в 1928—1929 гг. для пропаганды естественнонаучных знаний (особенно в области астрономии), для антирелигиозной пропаганды, а также для систематической помощи школьному образованию в области астрономии, физики и географии. В главном лекционном зале под куполом находится сам прибор «планетарий». Действуя по принципу проекционного фонаря, он отбрасывает на полусферический белый потолок изображение звездного неба и находящихся на нем небесных светил. Аппарат может воспроизводить вид небесного свода на разных широтах и для любого момента времени в прошлом и будущем.

Помимо главного зала, Планетарий располагает малой аудиторией, астрономической выставкой, небольшой обсерваторией и метеорологической станцией. Проводит показ неба и практические занятия различных кружков. За 40 лет своего существования Планетарий создал ряд новых оригинальных приборов, позволяющих показывать солнечные и лунные затмения, кометы и метеоры, полярные сияния и т. д. Планетарий налаживает изготовление небольших передвижных аппаратов, которыми оснащены планетарии ряда городов СССР. Постоянные планетарии имеются более чем в 60 городах, в том числе в Астрахани, Баку, Владимире, Вильнюсе, Горьком, Гомеле, Ереване, Казани, Киеве, Кишиневе, Ленинграде, Новосибирске, Одессе, Саратове, Ташкенте, Харькове, Челябинске, Черновцах и других городах. Передвижные планетарии имеются во многих местах.

Международный Астрономический Союз (МАС) образован в 1919 г. (см. о нем, например, ЗиВ 1970, № 2). Первый съезд состоялся в 1922 г. в Риме. МАС входит в Международный Совет Научных Союзов (ICSU) и тем самым в ЮНЕСКО. Задачи МАС — содействовать развитию астрономии во всех странах и деловому общению астрономов всего мира. Каждые три года МАС созывает очередной съезд, на котором заседают около 40 постоянных комиссий МАС, обсуждая научные и организационные вопросы, проводятся научные симпозиумы, посвященные актуальным проблемам, работают Исполком МАС и ряд его административных

комитетов. Последний съезд (14-й) проходил в августе 1970 г. в Брайтоне (Англия). Следующий состоится в 1973 г. в Австралии. Более 350 советских ученых являются членами МАС, некоторые возглавляют ряд комиссий МАС либо входят в Оргкомитеты комиссий. До 1973 г. Президентом МАС будет датский астроном Б. Стремгрэн, Генеральным Секретарем — К. де Ягер (Голландия), одним из шести вице-президентов будет чл.-корр. АН СССР Э. Р. Мустель.

В 1968 г. в Англии состоялся учредительный съезд нового Международного Союза любителей астрономии, в который вошло и ВАГО.

ТАБЛИЦА 101

Отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО)

1. Азербайджанское	Баку, центр. почтамт, п/я 77.
2. Алма-Атинское	Алма-Ата, Каменское плато. Астрофиз. ин-т АН Каз. ССР.
3. Армянское	Ереван, просп. Ленина, 6, Планетарий.
4. Ашхабадское	Ашхабад, просп. Свободы, 78, Дворец пионеров.
5. Башкирское	Уфа, ул. Р. Зорге, 7, Куйбышевский ТИСИЗ.
6. Березниковское	Березники, Пермской обл., Титано-магниевый комбинат, группа генплана.
7. Волгоградское	Волгоград, просп. Ленина, 27, Пединститут.
8. Воронежское	Воронеж, ул. 20-летия Октября, 34, Инж.-строит. ин-т, каф. геодезии.
9. Горьковское	Горький, 7, Абонем. ящик 24.
10. Днепропетровское	Днепропетровск, 30, ул. Шевченковская, 59, кв. 74.
11. Душанбинское	Душанбе, 25, ул. Свириденко, 4, Астрон. обсерватория.
12. Запорожское	Запорожье, центр, пр. Ленина, 182, Ин-т титана.
13. Ивановское	Иваново, 25, ул. Ермака, 37, Пединститут, каф. теор. физики.
14. Иркутское	Иркутск, ул. Ленина, 3, Университет, каф. геодезии.
15. Казанское	Казань, ул. Ленина, 18, Астрон. обсерватория.
16. Калининское	Калинин, 2-й Гаражный проезд, 22а, кв. 13.
17. Киргизское	Фрунзе, ул. XX партсъезда, 265а, Ин-т физики и математики АН Кирг. ССР.
18. Киевское	Киев, 53, Обсерваторная ул., 3, Астрон. обсерватория.
19. Кишиневское	Кишинев, ул. Щусева, 90, кв. 4.
20. Краснодарское	Краснодар, ул. Седина, 4, Пединститут.
21. Крымское	Симферополь, 7, ул. Беспалова, 39, кв. 16.
22. Куйбышевское	Куйбышев. обл., Главпочтамт, п/я 21.
23. Курское	Курск, ул. Радищева, 33, Пединститут, каф. теор. физики.
24. Латвийское	Рига, гл. почтамт, п/я 202.
25. Ленинградское	Ленинград, В-164, Университетская наб., 5, ЛОИИЕТ.
26. Львовское	Львов, ГСП-5, ул. Мира, 12, Политехн. ин-т, комн. 200.
27. Магаданское	Магадан, Пролетарская, 34, кв. 33.
28. Минское	Минск, 27, Ленинский пр., 65, Политехн. ин-т. Гл. корпус, комн. 372.
29. Московское	103009, Москва, К-9, абонементный ящик 918.
30. Новосибирское	Новосибирск, 100, ул. Плеханова, 10, НИИГАиК.
31. Одесское	Одесса, парк Шевченко, 10, Астрон. обсерв. ун-та.
32. Омское	Омск. 8, С.-х. ин-т, каф. высшей геодезии.
33. Пермское	Пермь, 60, бульвар Гагарина, 27а, Планетарий.
34. Полтавское	Полтава, ул. Мясоедова, 27/29, Гравиметр. обсерв. АН УССР.

35. Пятигорское	Пятигорск, Московская ул., 14, Госгеонадзор.
36. Ростовское	Ростов-на-Дону, 22, Социалистическая, 162, РИСИ, каф. геодезии.
37. Рязанское	Рязань, 23, ул. Циолковского, 1, кв. 68.
38. Саратовское	Саратов, Астраханская ул., 83, корп. 3, СГУ, ст. набл. ИСЗ.
39. Свердловское	Свердловск, Л-38, просп. Ленина, 24а, Геосектор отдела по делам строительства и архитектуры.
40. Севастопольское	Севастополь, ул. Толстого, 17, кв. 22.
41. Смоленское	Смоленск, ул. Пржевальского, 8, Пединститут.
42. Ташкентское	Ташкент, 25, Астрономическая ул., 38, Астрон. ин-т АН Уз. ССР
43. Томское	Томск, 41, Дзержинская ул., 49а, кв. 1.
44. Тульское	Тула, просп. Ленина, 92, Политехн. ин-т, каф. геологии.
45. Тбилисское	Тбилиси, ул. Павлова, 2а, Городская лаборатория Абастуманской астрофиз. обсерв. АН Груз. ССР.
46. Ульяновское	Ульяновск, 19, ул. Б. Хмельницкого, 8, кв. 1.
47. Уссурийское	Уссурийск, Приморского края, п/о Горно-Таежное, ДВ, Астрон. станция.
48. Хабаровское	Хабаровск, центр, ул. Тургенева, 74, Госгеонадзор.
49. Харьковское	Харьков, пер. Кравцова, 16, Планетарий.
50. Челябинское	Челябинск, 7, ул. Грибоедова, 57, кв. 33.
51. Черновицкое	Черновцы, обл., УССР, ул. Федькевича, 16, Техникум.
52. Шадринское	Шадринск, Курганской обл., ул. К. Либкнехта, 4, Пединститут, каф. физики.
53. Эстонское	Таллин 16, Тяхеторн, 2.
54. Якутское	Якутск, абонементный ящик 52.
55. Ярославское	Ярославль, ул. Трефолева, 20.
56. Ялтинское	Ялта, Партизанский пер., 3, редакция «Курортной газеты».

ТАБЛИЦА 102

**Телеграфный код, принятый для международных астрономических телеграмм
МАС в 1964 г.**

(включено небольшое изменение, сделанное в 1969 г.)

Словами и группами по пять цифр указываются следующие данные:

1. Фамилия автора открытия и (или) год и буква для комет, или созвездие для новых, или обозначение галактики (см. сноску на стр. 162) для сверхновых и т. д.

2. Наименование объекта (комета, планета, новая, переменная звезда [VSTAR] и т. д.).

3. Фамилия наблюдателя и (или) вычислителя (если это не открытие).

4. Группа из четырех цифр — год равноденствия, для которого будут даны координаты либо элементы; пятая цифра дает обозначение вида информации: 1 — приближенные координаты, 2 — точные, 3 — элементы гелиоцентрической орбиты объекта, 4 — эфемерида.

Примечание. Если после элементов дается эфемерида, то вместо цифры 4 стоит слово EPHEMERIS

Если сообщаются координаты, то дальше помещают следующее:

5. Дата наблюдения: последняя цифра года, месяц (01 — янв. ..., 12 — дек.) и день (например: 50802 — второго августа 1965 г.).

6. Время наблюдения в десятых долях дня по U. T.

7. Приближенные координаты даются группой из пяти цифр для прямого восхождения: часы, минуты и десятые доли минуты, и еще одной группой из пяти цифр — склонение: сначала знак «2» — плюс, «1» — минус, потом градусы и минуты склонения. Точные координаты даются тремя группами по пять цифр и первой цифрой следующей пятерки: $00^h 00^m 0^s,00$ 2 (или 1) 0 $0^\circ 00' 00''$, 0.

8. Если координаты приближенные, то на первом месте в следующей группе стоит дефис — признак ничего не значащего символа (вообще дефис *) занимает всюду место отсутствующих цифр, например, отсутствующих по недостатку точности). Далее идет цифра, обозначающая вид звездной величины: 1 — интегральная величина кометы, 2 — звездная величина ядра кометы, 3 — m_{vis} , 4 — m_{ph} , 5 — m_{phv} , две цифры для самой звездной величины (если она отрицательная, то к ней прибавляется 100); последняя цифра этой группы для десятой доли звездной величины, если объект не комета или для обозначения внешнего вида кометы согласно следующей таблице:

Вид объекта	Ничего нет о хвосте	Хвост $< 1^\circ$	Хвост $> 1^\circ$
Звздообразный вид	0	—	—
Нет указаний на внешний вид	1	2	3
Диффузный объект без ядра	4	5	6
Диффузный объект с ядром	7	8	9

9. Суточное движение (если оно определялось): по прямому восхождению 2 (знак плюс) или 1 (знак минус) $00^m,00$; то же по склонению — 2 (или 1) $00^\circ 00'$.

Если речь идет о внегалактической сверхновой, то под п. 9 дается расстояние SN от ядра галактики в секундах дуги по двум направлениям: цифра 2 — восток или 1 — запад и $0000''$, цифра 2 — север или 1 — юг и $0000''$.

Если сообщаются элементы орбиты, то после п. 4 даются:

5. Дата прохождения перигелия: последняя цифра года, месяц, число.

6. Эта группа из пяти цифр состоит из: времени прохождения перигелия T (по эфемеридному времени) — три цифры, числа дней, охваченных наблюдениями, использованными при вычислении орбиты, 0 — если число дней 10 или больше; число и качество этих наблюдений согласно следующей таблице:

Число точных положений	Максим. остаточные уклонения		
	$> 5''$	$1'' - 5''$	$\leq 1''$
Меньше трех (т. е. среди них есть приближенные или сомнительные и т. д.)	1	2	3
Три	4	5	6
Более трех	7	8	9

7. Элементы: $000^\circ,00$ — для ω ,
 $000,00$ — для Ω ,
 $000,00$ — для i ,
 $0,0000$ — для q в а.е.,
 $0,0000$ — e (если орбита параболическая, последняя группа цифр опускается).

*) В конце 1970 г. было предложено вместо малозаметных дефисов употреблять косые скобки «/», опуская всю группу из пяти знаков, если она будет состоять из одних скобок.

8. Контрольная сумма предшествующих чисел, дающих элементы.

Если сообщается эфемерида, то после п. 4 (или после п. 8 — контроля) даются:

5. Дата первой строки эфемериды: последняя цифра года, месяц, число.

6. Эта группа отсутствует, так как подразумевается, что эфемериды даны для 0^h эфемеридного времени;

7. Прямое восхождение (до десятой доли минуты времени); склонение: 2 (или 1 — для обозначения знака), градусы, минуты;

8. Геоцентрические расстояния Δ в а.е.: 90,000;

Гелиоцентрические расстояния r в а.е.: 80,000.

Группы 7 и 8 повторяются столько раз, сколько строк в эфемериде. Группа 8 для некоторых строк может быть опущена [т. е. для некоторых дат даются только координаты].

9. Дата последней строки эфемериды (см. п. 5) [что дает возможность датировать все строки].

Заключительные группы цифр для всех типов телеграмм:

10. Для контроля даются пять последних цифр суммы всех цифровых групп, начиная с п. 4, и еще одна контрольная сумма, образуемая суммированием только групп, дающих α , δ и t объекта. Если сообщаются элементы орбиты, то эта контрольная сумма ограничивается группами, дающими ω , Ω и i . В каждом случае даются пять последних цифр суммы.

11. Подпись — фамилия лица, отправляющего телеграмму.

Некоторые примеры астрономических телеграмм (для тренировки в их расшифровании):

1. ТЕКСТ. IVANOV COMET PETROV 19501 50622 88575 03356 23715 -1125 20733 10212 17839 28196 KUKARKIN.

РАСШИФРОВКА. Кукаркин сообщает, что Петров наблюдал комету Иванова: 1965 г. У. Т. июня 22, 88575 комета имела вид диффузного объекта 12^m без ядра, но обладающего хвостом длиной менее 1° . Приближенные координаты равноденствия 1950 года кометы для указанного момента: $3^h 35^m, 6 + 37^\circ 15'$. Суточное движение: по $\alpha + 7^m, 33$, по $\delta - 2^\circ 12'$.

2. ТЕКСТ: RS OPH VSTAR FERNALD 19001 80714 1- - - 17458 10640 -306- 40873 31158 GINGERICH.

РАСШИФРОВКА. Гингерич [Центральное Бюро астрономических телеграмм МАС] сообщает, что Фернальд наблюдал переменную звезду RS Oph 1958 г. У. Т., июль 14, 1: $\alpha = 17^h 45^m, 8$, $\delta = -6^\circ 40'$, равноденствие 1900 года, визуальная звездная величина 6.

3. ТЕКСТ: KEARNS KWEE 1963D COMET MARSDEN 19503 31206 95109 13117 31543 00899 22133 13510 45559 EPHEMERIS 40215 06066 22844 91557 82284 06129 22743 06218 22645 91799 82327 06327 22550 06453 22456 92074 82380 40326 47393 44431 THERNOE.

РАСШИФРОВКА. Терное сообщает, что Марсден вычислил элементы и эфемериду (равноденствие 1950) для кометы Кирнса — Кви 1963d. Использовано более трех точных положений (максимальное остаточное отклонение $< 1''$), на дуге, охватывающей более 10 дней движения кометы. Элементы: $T = 1963$ декабря 6, 951 эфемеридного времени, $\omega = 131^\circ, 17$, $\Omega = 315^\circ, 43$, $i = 8^\circ, 99$, $q = 2, 2133$, $e = 0, 4866$.

Эфемерида:

Дата			α_{1950}	δ_{1950}	Δ	r
1964	февр.	15,0	$06^h06^m,6$	$+28^{\circ}44'$	1,557	2,284
		25,0	06 12,9	$+27\ 43$		
	марта	6,0	06 21,8	$+26\ 45$	1,799	2,327
		16,0	06 32,7	$+25\ 50$		
	марта	26,0	06 45,3	$+24\ 56$	2,074	2,380

(часто лицо, расшифровывающее телеграмму, добавляет слова: «контроль сошелся», что свидетельствует о том, что телеграмма не искажена при передаче *)).

*) В истории астрономии известен курьезный случай, когда по небрежно зашифрованной телеграмме о комете была открыта другая новая комета. Поправка к телеграмме пришла на другой день – первая комета оказалась недалеко от новой кометы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПОЛНАЯ КАРТА ЛУНЫ

Составлена в 1969 г. ГАИШ и Топогеодезической службой по всем материалам, полученным советскими и американскими исследователями. Научный руководитель Ю. Н. Липский. Проекция произвольная цилиндрическая для основной карты и равноугольная азимутальная для полярных областей. Масштаб (по параллели $\pm 30^\circ$) около 220 км в 10 мм. Линейные измерения в других местах можно вести с масштабом, изменяющимся с селенографической широтой (см. вспомогательный чертеж). Сетка и шахматное обозначение прямоугольников даны на чертеже вместе с контурами наиболее заметных деталей. В таблице даны русские и латинские названия и положение центра либо обозначение прямоугольников, на которые распространяется данная деталь. Номера таблицы соответствуют номерам на чертеже. Системы лучей обозначены знаком (л.) после номера. Названия кратеров на обратной стороне Луны утверждены Международным Астрономическим Союзом на его 14-м съезде в августе 1970 года. Названия некоторых кратеров еще ждут международного согласования: читатель вставит их в таблицу сам по мере их опубликования.

СПИСОК ГЛАВНЕЙШИХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ,

обозначенных на вспомогательном чертеже (см. вкладки в конце книги)

Океан Бурь	Oceanus Procellarum	Г-К 11-15
Море Влажности	Mare Humorum	М 14, 15
» Восточное	» Orientale	Л-М 9
» Гумбольдта	» Humboldtianum	Г 26
» Дождей	» Imbrium	Д-Ж 16-18
» Изобилия	» Fecunditatis	И-Л 23, 24
» Краевое	» Marginis	З 27
» Кризисов	» Crisium	З 24, 25
» Мечты	» Ingenii	Н 34, 35
» Москвы	» Moscoviense	Ж 33
» Нектара	» Nectaris	Л 22
» Облаков	» Nubium	Л-М 17
» Паров	» Vaporum	З 19
» Познанное	» Cognitum	К-Л 16
» Смиа	» Smythii	И, К 27
» Спокойствия	» Tranquillitatis	З-И 21, 22
» Холода	» Frigoris	Г 16-22
» Южное	» Australe	Н, О 28
» Ясности	» Serenitatis	Ж-Е 20, 21
Озеро Весны	Lacus Veris	Л-М 10
Залив Зноя	Sinus Aestuum	З 18
» Радуги	» Iridum	Д 15, 16
» Росы	» Roris	Г-Д 13, 14

Горы Алтай	Mons Altai	М 21
» Альпы	» Alpes	Д 18
» Апеннины	» Apenninus	З 18
» Кавказ	» Caucasus	Е 19
» Карпаты	» Carpatus	З 16
» Пиренеи	» Pyrenaeus	Л 23
Прямая стена	Rupes Recta	М 18
Долина Альпийская	Vallis Alpes	Д 19
» Рета	» Rheita	Н 23
» Снеллиуса	» Snellius	М 23
Борозда Гигина	Rima Hyginus	З 19
» Бюрга	» Bürg	Д 21

КРАТЕРЫ

Сев. Полярная область

Южн. Полярная область

1 Эмден	Emden	BI
2 Стеббинз	Stebbins	BII
3 Зоммерфельд	Sommerfeld	BI
4 Гамов	Gamow	BXI
5 Ван Гофф	Van't Hoff	BII
6 Робертс	Roberts	BI
7 Карпинский	Karpinski	BXII
8 Сирс	Seares	BXII
9 Миланкович	Milanković	BXII
10 Мезенцев	Mesentsev	BII
11 Шварцшильд	Schwarzschild	BXI
12 Пласскетт	Plaskett	AXII
13 Рождественский	Rozhdestwensky	AI
14 Смолуховский	Smoluchowski	BIII
15 Линдблад	Lindblad	BIII
16		AX
17 Нансен	Nansen	BX
18 Белькович	Belković	BIX
19 Эрмит	Hermite	AIII
20 Брианшон	Brianchon	BIV
21 Кремона	Cremona	BIII
22		BIX
23 Хайн	Hayn	BIX
24 Дезарг	Desargues	BIV
25 Паскаль	Pascal	BIV
26 Петерман	Petermann	BIX
27 Пифагор	Pythagoras	BIV
28 Карпентер	Carpenter	BV
29 Метон	Meton	BVII
30 Анаксагор	Anaxagoras	BVI
31 Арнольд	Arnold	BVIII
32 Фалес	Thales	BVII
33 Дж. Гершель	Herschel J.	BV
34 Бирмингем	Birmingham	BVII
35 В. Бонд	Bond W.	BVII
36 Кейн	Kane	BVII

1 Шейнер	Scheiner	PVI
2 Бланкан	Blancanus	PVI
3 Грюмбергер	Gruemberger	PVI
4 Курций	Curtius	PVII
5 Мут	Mutus	PVIII
6 Манцин	Manzinus	PVII
7 Морет	Moretus	CVI
8 Беттини	Bettinus	PV
9 Клапрот	Klaproth	CVI
10 Симпелий	Simpelius	CVII
11 Казати	Casatus	CV
12 Шомбергер	Schomberger	PIV
13 Богуславский	Boguslawsky	CVIII
14 Гельмгольц	Helmholtz	PIX
15 Байи	Bailly	PIV
16 Демонакс	Demonax	CIX
17 Неймайер	Neumayer	CIX
18 Скотт	Scott	TVIII
19 Лежантьиль	Legentil	CIV
20 Кабео	Cabeus	TV
21 Больцман	Boltzmann	CIV
22 Хаузен	Hausen	PIII
23 Дрыгальский	Drigalski	CIII
24 Амундсен	Amundsen	TX
25 Хейл	Hale	CX
26 Векслер	Wexler	PX
27 Гансвиндт	Ganswindt	CX
28 Идельсон	Idelson	PIII
29 Петцвальд	Petzval	PIII
30 Шредингер	Schrödinger	PXI
31 Зеeman	Zeeman	CII
32 Алехин	Alekhin	PII
33 Громмелин	Grommelin	PI
34 Нумеров	Numerov	PI
35 Антониади	Antoniadi	PI
36 Релей	Rayleigh	PXII

ОСНОВНАЯ КАРТА

1 Дависсон	Davisson	H1	56 Лоренц	Lorentz	E9
2 Орлов	Orlov	M1	57 Маундер	Maunder	L9
3		M1	58 Ридберг	Rydberg	O9
4 Мур	Moore	D1	59 Нернст	Nernst	E9
5		M1	60 Рентген	Röntgen	E9
6 Морзе	Morse	Ж1	61 Эйнштейн	Einstein	З10
7 Максудов	Maksutov	H1	62 Жерар	Gerard	D10
8 Фицджеральд	Fitzgerald	Ж1	63		П10
9 Оппенгеймер	Oppenheimer	H2	64 Бувар	Bouvard	H10
10		K2	65 Ксенофан	Xenophanes	Г10
11 Мак Мат	Mc Math	З2	66		П11
12 Роуланд	Rowland	Г2	67 Струве	Struve	Ж11
13 Доплер	Doppler	ЛЗ	68 Гедин	Hedin	И11
14 Королев	Korolev	K3	69 Риччоли	Riccioli	K11
15		ПЗ	70 Пингре	Pingré	П11
16 Аполлон	Apollo	H3	71 Лагранж	Lagrange	H11
17 Параскевопулос	Paraskevopoulos	ГЗ	72 Эддингтон	Eddington	Ж11
18 Биркхофф	Birkhoff	Г4	73 Дарвин	Darwin	M12
19 Мах	Mach	ЗЗ	74 Гримальди	Grimaldi	K12
20 Цандер	Tsander	ИЗ	75 Пиаци	Piazzi	H12
21 Минковский	Minkowski	ПЗ	76 Ингирами	Inghirami	O12
22 Карно	Carnot	Г4	77 Гевелий	Hevelius	И12
23 Фон Цейпель	Von Zeipel	D4	78 (л.)		M12
24 Джоуль	Joule	Ж4	79 Фокилид	Phocylides	П13
25 Клюте	Klute	E4	80 Виет	Vieta	M13
26 Кекуле	Kékule	З4	81 Шиккард	Schickard	O13
27 Физо	Fizeau	П5	82 Саут	South	Г13
28 Вавилов	Vavilov	K5	83 Мариус	Marius	З13
29 Пашен	Paschen	Л4	84 Аристарх	Aristarchus	Ж14
30 Клейменов	Kleimenov	H4	85 Гарпал	Harpalus	Г14
31 Пойнтинг	Poynting	З5	86 Меран	Mairan	D14
32 Чебышев	Chebyshev	H5	87 Гассенди	Gassendi	Л15
33 Шарлье	Charlier	E5	88 Шиллер	Schiller	П15
34 Бюффон	Buffon	O5	89 (л.) Кеплер	Kepler	И15
35 Ковалевская	Kovalevskaja	E5	90 Ми	Mee	O15
36 Герцшпрунг	Hertzsprung	И6	91 Хайнцель	Hainzel	O15
37 Иоффе	Ioffe	Л6	92 Бьянкини	Bianchini	D15
38 Лангмюир	Langmuir	H6	93 Шейнер	Scheiner	П16
39		O6	94 Кампано	Campanus	M16
40 Ферсман	Fersman	З6	95 Мопертюи	Maupertuis	D16
41 Брауэр	Brouwer	H6	96 Капуан	Capuanus	H16
42 Фридман	Fridman	Л6	97 Лонгомонтан	Longomontanius	O16
43 Майкельсон	Michelson	И6	98 Буллиальд	Bullialdus	M16
44 Вейль	Weyl	З6	99 (л.) Коперник	Copernicus	И17
45 Фрост	Frost	E7	100 Клавий	Clavius	П17
46 Ландау	Landau	D7	101 (л.) Тихо	Tycho	O17
47		H7	102 Эратосфен	Eratosthenes	З17
48		П7	103 Платон	Plato	Г18
49 Штернберг	Sternberg	З7	104 Маджини	Maginus	O18
50 Ом	Ohm	З7	105 Архимед	Archimedes	Ж18
51 Вегенер	Wegener	D7	106 Деландр	Deslandres	H18
52 Стефан	Stefan	D8	107 Птолемей	Ptolemaeus	K18
53 Мендель	Mendel	O8	108 Альфонс	Alphonsus	Л18
54		П8	109 Арзахель	Arzachel	Л18
55		D8	110 Пурбах	Purbach	M18
			111 Региомонтан	Regiomontanus	M18

112	Вернер	Werner	M19	172	Зенон	Zeno	Д26
113	Аристилл	Aristillus	E19	173	Хан	Hahn	E26
114	Аль-Баттани	Albategnius	Л19	174	Лаперуз	La Pérouse	Л26
115	Гиппарх	Hipparchus	K19	175	Окен	Oken	O26
116	Штёфлер	Stöfler	O19	176	Гаусс	Gauss	E26
117	Алиацензий	Aliacensis	H19	177	Гекатей	Hekateus	M26
118	Лицет	Licetus	O19	178	Кестнер	Köstner	K26
119	Апиан	Apianus	M19	179	Банахевич	Banachiewicz	И27
120	Кювье	Cuvier	П19	180	Ансгар	Ansgarius	Л26
121	Мавролик	Maurolycus	O20	181	Гумбольдт	Humboldt	M27
122	Гемма Фризий	Gemma Frisius	H20	182	Лио	Lyot	П27
123	Абу-л-Фида	Abulfeda	Л20	183	Непер	Neper	И27
124	Юлий Цезарь	Julius Caesar	И20	184	Барнард	Barnard	H27
125	Бароци	Barocius	O20	185	Абель	Abel	H27
126	Сакробоско	Sacrobosco	M20	186	Жолио	Joliot	Ж28
127	Деламбр	Delambre	K20	187	Вестайн	Vestine	E28
128	Евдокс	Eudoxus	Д20	188	Склодовская	Skłodowska	Л28
129	Аристотель	Aristoteles	Г20	189	Дженнер	Jenner	O28
130	Загут	Zagut	H21	190	Ламб	Lamb	O29
131	Рабби Леви	Rabbi Levi	H21	191	Фабри	Fabry	Д29
132	Кирилл	Cyrillus	Л21	192	(л.)		E29
133	Плиний	Plinius	321	193	Пастер	Pasteur	Л29
134	Теофил	Theophilus	Л21	194	Комптон	Compton	Г29
135	Бюрг	Bürg	Д21	195	Лебедев	Lebedev	O29
136	Посидоний	Posidonius	E21	196	Гильберт	Hilbert	Л29
137	Питиск	Pitiscus	П22	197	Флеминг	Fleming	330
138	Пикколомини	Piccolomini	M22	198	Скалигер	Scaliger	M30
139	Фракасторо	Fracastorius	M22	199	Милн	Milne	H30
140	Гертнер	Gärtner	Г22	200	Мейтнер	Meitner	Л30
141	Хоммель	Hommel	П22	201	Сейферт	Seyfert	E30
142	Влакк	Vlacq	П22	202	Кондратюк	Kondratyuk	Л30
143	Геркулес	Hercules	Д22	203	Олькотт	Olkott	330
144	Жансен	Janssen	O23	204	Кантор	Cantor	E30
145	Фабрициус	Fabricius	O23	205	Лангемак	Langemak	Л30
146	Розенбергер	Rosenberger	П23	206	Кинг	King	И31
147	Гоклений	Goclenius	K23	207	Оствальд	Ostwald	И31
148	Макробий	Macrobius	Ж23	208	Милликен	Millikan	Д31
149	Атлас	Atlas	Д23	209	Уэллс	Wells	Д31
150	Метий	Metius	O23	210	Вольтерра	Volterra	Д31
151	Сантбек	Santbech	M23	211	Неуймин	Neujmin	M31
152	Тарунций	Taruntius	И23	212	Циолковский	Tsiolkovsky	M31
153	Рейта	Rheita	H23	213	Планк	Planck	П32
154	Франклин	Franklin	E23	214	Рош	Roche	O32
155	Рейхенбах	Reichenbach	H23	215	(л.)		E32
156	Де ла Рю	De la Rue	Г24	216	Курчатов	Kurčatov	E32
157	Стевин	Stevinus	H24	217			Г33
158	Клеомед	Cleomedes	Ж24	218	Менделеев	Mendeleev	И33
159	Эндимион	Endimion	Г24	219	Павлов	Pavlov	M33
160	Гемин	Geminus	E24	220	Леви-Чивита	Levi-Civita	M33
161	Снеллиус	Snellius	M24	221	Виннер	Wiener	Д33
162	Мессала	Messala	E25	222	Жюль Верн	Jules Verne	H33
163	Лангрэн	Langrenus	K25	223	Гагарин	Gagarin	M33
164	Венделин	Vendelinus	Л25	224	Чаплыгин	Chaplygin	K33
165	Петавий	Petavius	M25	225	Кэмпбелл	Campbell	Д34
166	Фурнерий	Furnerius	H25	226			Л34
167	Фирмик	Firmicus	И25	227	Эплтон	Appleton	E34
168	Понтекулан	Pontecoulant	П25	228	Слайфер	Slipher	Г34
169	Кондорсе	Condorcet	325	229	Килер	Keeler	Л34
170	Бальмер	Balmer	M25	230	Пуанкаре	Poincaré	П34
171	Берос	Berosus	E26	231	Д'Аламбер	D'Alembert	Г35

232 Папалекси	Papaleksi	И35	237 Андерсон	Anderson	335
233 Спенсер	Spenser		238 Шайн	Shajn	Е36
Джонс	Jones	И35	239 Эйкин	Aitken	Л36
234 Хивисайд	Heaviside	Л35	240 Лейбниц	Leibnitz	Н36
235 Чандлер	Chandler	Д35	241 Левенгук	Leeuwenhoek	Н36
236 Фрейндлих	Freundlich	Ж35	242 Дедал	Daedalus	К36

Примечания к вспомогательному чертежу основной карты: не обозначены кратеры № 80 (находится около нижней границы участка М13), № 92 (около верхней границы участка Д15), № 95 (на границе между Г16 и Д16), № 105 (на границе между Е18 и Ж18), № 227 (в середине Е34), № 238 (в левом нижнем углу Е36); ошибочно обозначены № 71 — номером 77, № 122 — номером 125, № 159 — номером 154

ПРИЛОЖЕНИЕ II

КАРТА ПОВЕРХНОСТИ МАРСА

(см. вкладку в конце книги)

СПИСОК ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОВЕРХНОСТИ МАРСА

(указаны ареографические координаты)

Сокращения: М.—Mare (море), L.—Lacus (озеро), R.—Regio (область), S.—Sinus (залив), P.—Palus (болото), Fr.—Fretum (пролив), D.—Depressio (низина), F.—Fons (источник).

Acidalium M. (30°, +45°)	Cydonia (0°, +40°)
Aeolis (215°, —5°)	Deltoton S. (305°, —4°)
Aeria (310°, +10°)	Deucalionis (340°, —15°)
Aetheria (230°, +40°)	Deuteronilus (0°, +35°)
Aethiopis (230°, +10°)	Diacria (180°, +50°)
Amazonis (140°, 0°)	Dioscuria (320°, +50°)
Amenthes (250°, +5°)	Edom (345°, 0°)
Aonius S. (105°, —45°)	Electris (190°, —45°)
Arabia (330°, +20°)	Elysium (210°, +25°)
Araxes (115°, —25°)	Eridania (220°, —45°)
Arcadia (100°, +45°)	Erythraeum M. (40°, —25°)
Argyre (25°, —45°)	Eunostos (220°, +22°)
Arnon (335°, +48°)	Euphrates (335°, +20°)
Aurorae S. (50°, —15°)	Gehon (0°, +15°)
Ausonia (250°, —40°)	Hadriacum M. (270°, —40°)
Australe M. (40°, —60°)	Hellas (290°, —40°)
Baltia (50°, +60°)	Hellespontica D. (340°, —60°)
Boreosyrtis (290°, +55°)	Hellespontus (325°, —50°)
Boreum M. (90°, +50°)	Hesperia (240°, —20°)
Candor (75°, +3°)	Hiddekel (345°, +15°)
Casius (260°, +40°)	Hyperboreus L. (60°, +75°)
Cebrenia (210°, +50°)	Iapigia (295°, —20°)
Cecropia (320°, +60°)	Icaria (130°, —40°)
Ceraunius (95°, +20°)	Isidis R. (275°, +20°)
Cerberus (205°, +15°)	Ismenius L. (330°, +40°)
Chalce (0°, —50°)	Jamuna (40°, +10°)
Chersonesus (260°, —50°)	Juventae F. (63°, —5°)
Chronium M. (210°, —58°)	Laestrygon (200°, 0°)
Chryse (30°, +10°)	Lemuria (200°, +70°)
Chrysokeras (110°, —50°)	Libya (270°, 0°)
Cimmerium M. (220°, —20°)	Lunae P. (65°, +15°)
Claritas (110°, —35°)	Margaritifer S. (25°, —10°)
Copaïs P. (280°, +55°)	Memnonia (150°, —20°)
Coprates (65°, —15°)	Meroe (285°, +35°)
Cyclopia (230°, —5°)	Meridianii S. (0°, —5°)

Moab (350°, +20°)
 Moeris L. (270°, +8°)
 Nectar (72°, -28°)
 Neith R. (270°, +35°)
 Nepenthes (260°, +20°)
 Nereidum Fr. (55°, -45°)
 Niliacus L. (30°, +30°)
 Nilokeras (55°, +30°)
 Nilosyrtris (290°, +42°)
 Nix Olympica (130°, +20°)
 Noachis (330°, -45°)
 Ogygis R. (62°, -45°)
 Olympia (200°, +80°)
 Ophir (65°, -10°)
 Ortygia (0°, +60°)
 Oxia Palus (18°, +8°)
 Oxus (10°, +20°)
 Panchaia (200°, +60°)
 Pandora Fr. (340°, -25°)
 Phaethontis (155°, -50°)
 Phison (320°, +20°)
 Phlegra (190°, +30°)
 Phoenicis L. (110°, -12°)
 Phrxi R. (70°, -40°)
 Promethei S. (280°, -65°)
 Propontis (170°, +45°)
 Protei R. (50°, -23°)
 Protonilus (315°, +42°)
 Pyrrhae R. (38°, -15°)

Sabaeus S. (340°, -8°)
 Scandia (150°, +60°)
 Serpentis M. (320°, -30°)
 Sinai (70°, -20°)
 Sirenum M. (155°, -30°)
 Sithonius L. (245°, +45°)
 Solis L. (90°, -28°)
 Styx (200°, +30°)
 Syria (100°, -20°)
 Syrtis Major (290°, +10°)
 Tanaïs (70°, +50°)
 Tempe (70°, +40°)
 Thaumasia (85°, -35°)
 Thoth (255°, +30°)
 Thyle I (180°, -70°)
 Thyle II (230°, -70°)
 Thymiamata (10°, +10°)
 Tithonius L. (85°, -5°)
 Tractus Albus (80°, +30°)
 Trinacria (268°, -25°)
 Trivium Charontis (198°, +20°)
 Tyrrhenium M. (225°, -20°)
 Uchronia (260°, +70°)
 Umbra (290°, +50°)
 Utopia (250°, +50°)
 Vulcani Pelagus (15°, -35°)
 Xanthe (50°, +10°)
 Yaonis R. (320°, -40°)
 Zephyria (195°, 0°)

ПРИЛОЖЕНИЕ III

ЗВЕЗДНЫЙ АТЛАС

(пять звездных карт всего неба с указанием звезд до 5^m)

Эпоха звездных карт — 1900 г. На всех картах нанесены новые границы созвездий, утвержденные Международным Астрономическим Союзом. Они проходят вдоль небесных меридианов и параллелей эпохи 1875 г. На трех картах нанесена эклиптика, на которой отмечены даты, когда проходящие через них небесные меридианы кульминируют в среднюю полночь.

Как обычно, переменные звезды окружены колечками, двойные звезды перечеркнуты. Курсивом отмечены некоторые из так называемых *астеризмов* — групп звезд, входящих в созвездие, но имеющих свое отличительное название. Например, Ковш в созвездии Большой Медведицы, Плеяды — звездное скопление в созвездии Тельца и т. д. Схематически нанесены контуры наиболее ярких частей Млечного Пути, некоторые звездные скопления и туманности.

Линии, соединяющие основные звезды созвездий и облегчающие их распознавание, проведены почти везде согласно Г. Рею, перевод книги которого «Звезды (новые очертания старых созвездий)» издана в 1969 г. изд-вом «Мир». Новые очертания действительно помогают узнавать созвездия по их названиям.

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

КАРТА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ СОЗВЕЗДИЙ

(см. вкладку в конце книги)

Средняя горизонтальная линия этой карты представляет собой небесный экватор. Синусоида, пересекающая экватор, — эклиптика. Вдоль эклиптики располагаются зодиакальные созвездия. От точки весеннего равноденствия в созвездии Рыб вдоль

экватора справа налево идет счет прямых восхождений (шкала внизу), а вдоль эклиптики — астрономические долготы (обозначены через 10°). Все планеты и Луна перемещаются среди звезд вблизи эклиптики. Положение Солнца на эклиптике для данного дня можно взять из табл. 36.

ПРИЛОЖЕНИЕ V

ПЛАНИСФЕРА В. В. КАВРАЙСКОГО

(см. вкладку в конце книги)

Экваториальная проекция Постеля, использованная В. В. Каврайским (С.-Петербург, 1913 г.) позволяет с точностью до $0^\circ,2$ дуги большого круга решать различные задачи сферической тригонометрии, в том числе астрономические задачи, связанные с видимыми движениями небесных светил. Преимущество проекции Постеля перед многими другими (в том числе и сеткой Г. В. Вульфа, использованной в предыдущих изданиях Справочника), заключается в том, что это *равнопромежуточная проекция*, в которой масштаб не меняется вдоль главных диаметров сетки. Это обеспечивает одинаковую точность отсчета вдоль любого меридиана сетки. Кроме сетки меридианов и параллелей, идущих через градус (а главные диаметры имеют и полуградусные деления), на планисфере Каврайского нанесены два дополнительных меридиана на $23\frac{1}{2}^\circ$ от основного круга, а также прямая под углом $23\frac{1}{2}^\circ$ к главному диаметру — проекция эклиптики на плоскость колюров солнцестояний. Когда планисфера отображает плоскость эклиптики, можно на ней наметить положение среднего Солнца, по шкале долгот либо по шкале дат. Если основная плоскость — плоскость экватора, то другая оцифровка основного круга дает прямое восхождение α .

Для решения задач на планисферу накладывается так называемый *транспарант*, сделанный из полотняной или бумажной кальки (или из тонкого целлулоида). Один лист бумажной кальки может служить для решения нескольких задач. Целлулоид, с которого написанное можно стирать мягкой резинкой, может служить неопределенно долго. На транспаранте надо наметить основной круг и его центр и скрепить с планисферой иглой в центре (почти все задачи требуют вращать транспарант вокруг центра планисферы). Меридианы и параллели сетки в разных случаях будут представлять собой различные линии небесной сферы, — в зависимости от того, что принимается за основную плоскость: плоскость экватора, эклиптики, горизонта либо меридиана.

Если по условиям задачи приходится переходить от одной полусферы, отображенной на планисфере, на другую (совершенно симметричную), то удобно для последней линии проводить штриховые, а точки окружать штриховым кружком.

Отметим некоторые задачи, решаемые с помощью планисферы.

1. Через две точки, заданные координатами в любой системе, провести большой круг и определить угловое расстояние между ними.

Приняв планисферу за данную систему координат, наметить на транспаранте положение точек A и B , а затем, вращая его вокруг центра, привести A и B на один и тот же меридиан. Если одна из точек окажется на противоположной полусфере, то надо привести A и B на два меридиана, симметричных относительно вертикального диаметра. Расстояние AB в этом случае будет суммой расстояний A и B от полюса. Если A находится на окружности планисферы, то, вращая транспарант, приведем ее к полюсу и отсчитаем расстояние до B вдоль того меридиана, на котором оказалась точка B .

2. Найти полюс данного большого круга.

Совместим данный большой круг с одним из меридианов планисферы. Точка экватора, отстоящая на 90° от этого меридиана, будет искомым полюсом.

3. Найти экватор для данной точки как полюса.

Вращением транспаранта приводим отмеченную точку на горизонтальный диаметр планисферы, вдоль которого отыскиваем меридиан, отстоящий на 90° .

4. Около данной точки провести круг на заданном расстоянии.

а) Если точка лежит на основном круге, то, вращая транспарант до совпадения этой точки с полюсом, найдем искомый круг;

б) если точка лежит в центре планисферы, то, отсчитав на каком-либо диаметре заданное расстояние, провести циркулем круг этим радиусом;

в) при произвольном положении точки искомый круг строится по точкам: вращая транспарант, последовательно подводим точку к различным меридианам планисферы и по ним отмечаем на транспаранте заданное угловое расстояние. С помощью лекала или линий самой планисферы, снятой с иглы, соединяем точки плавной кривой.

5. Измерить стороны и углы сферического треугольника.

Стороны измеряем согласно п. 1. Для измерения углов совмещаем каждый раз вершину треугольника с экватором планисферы, отыскиваем меридиан, отстоящий на 90° и находим точки пересечения сторон измеряемого угла с этим меридианом. Дуга между точками пересечения будет мерой угла.

6. По α и t светила определить его z и A .

Представив планисферу проекцией полусферы (восточной или западной) на плоскость меридиана, найдем меридиан планисферы, соответствующий t (сначала перевести t в градусы!), по нему наметить на транспаранте точку, соответствующую δ . Повернув теперь транспарант на угол, равный $90^\circ - \varphi$, по сетке планисферы, которая теперь представляет собой проекцию сетки горизонтальных координат z и A на плоскость меридиана, отсчитаем эти координаты отмеченной точки.

Очевидно, что аналогично решается обратная задача — преобразования горизонтальных координат в экваториальные δ и t (знание звездного времени в этот момент позволит определить и α). Также можно перейти от экваториальных координат к эклиптическим либо обратно. В этих двух случаях поворот транспаранта будет равен $23^\circ,45$.

7. Определить моменты восхода (или захода) светил над горизонтом данного места.

На транспаранте прорисовать небесную параллель светила со склонением δ . Повернув транспарант на угол $90^\circ - \varphi$, определим t точки пересечения параллели светила с горизонтальным диаметром планисферы (он теперь представляет собой горизонт данного места).

Примечание. Желая учесть рефракцию, надо взять z в эти моменты $90^\circ,6$; для определения момента восхода или захода верхнего края солнечного диска надо взять $z=90^\circ,8$; для верхнего края диска Луны $z=89^\circ,9$ (здесь учитывается влияние горизонтального параллакса Луны). При наблюдении с возвышенного места надо учесть понижение видимого горизонта [формула (41)]. Моменты начала и конца гражданских и астрономических сумерек проще определять по Приложению VI.

В книге В. В. Каврайского аналогичным образом изложено решение следующих задач: определение времени и азимута по высоте светила, его α и δ и широте φ места наблюдения; определение t и h светила по A , α , δ и φ ; определение t и h в первом вертикале места с широтой φ по δ светила; построение циферблатов любых солнечных часов, устанавливаемых на широте φ .

Ряд задач связан с представлением планисферы как плоскости экватора, на которой нанесены проекции колюров равноденствий и солнцестояний и эклиптики с отмеченными датами положений Солнца в течение года. На оригинальной планисфере В. В. Каврайского синей и красной красками нанесены самые яркие звезды соответственно северного и южного полушарий неба. Это дает возможность решать задачи на определение времени и широты по измеренным высотам известных звезд, а также многие другие задачи практической астрономии.

ПРИЛОЖЕНИЕ VI

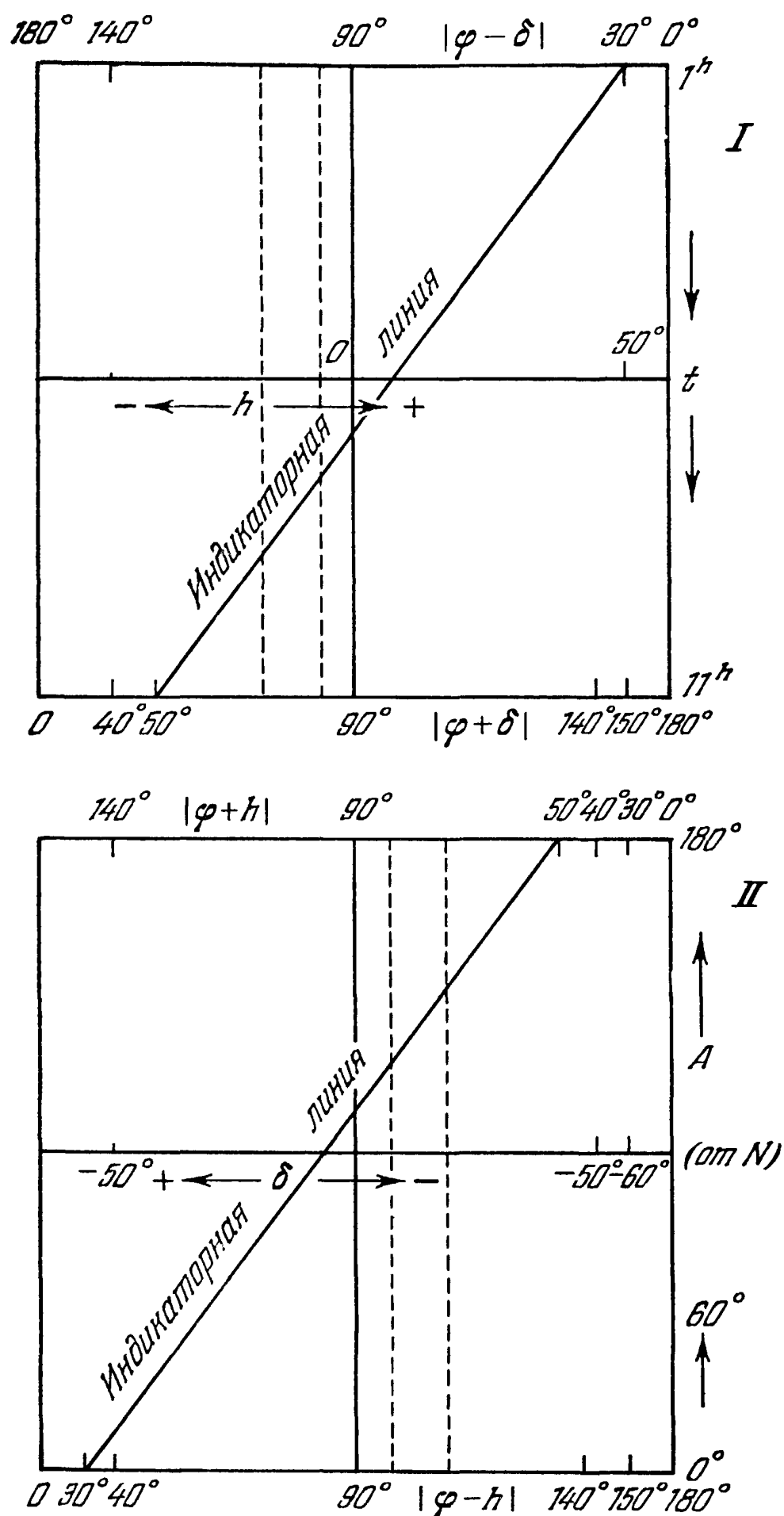
СЕТКА ДЛЯ ПРИБЛИЖЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ z , t , A и h НЕБЕСНЫХ СВЕТИЛ

(см. вкладку в конце книги)

Для решения многих задач сферической астрономии без применения тригонометрических таблиц изобретатель номографии французский математик М. д'Окань (1862—1938) предложил описываемую сетку. В ее основе лежат известные формулы

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \delta \cos \varphi \cos t \text{ и } \sin \delta = \sin \varphi \sin h + \cos \varphi \cos h \cos A.$$

Сетка представляет собой как бы двойной чертеж (см. рисунок), который используется в положении I (шкалы h и t) и в перевернутом положении II (шкалы A (азимут, считаемый от точки севера) и δ). На чертеж накладывается «индикаторная линия» (это может быть прямая, прочерченная на полоске тонкого прозрачного оргстекла). Для каждого светила на сетке в положении I по точкам $|\varphi - \delta|$ на верхней шкале и $|\varphi + \delta|$



на нижней (знаки φ и δ учитываются, но результат берется по а б с о л ю т н о й в е л и ч и н е) прокладывается индикаторная линия, которая устанавливает соответствие между h на центральной шкале и часовым углом t на шкале справа. Штриховые линии отмечают положение Солнца в конце гражданских сумерек ($h_\odot = -6^\circ$) и в конце астрономических сумерек ($h_\odot = -18^\circ$).

Если чертеж перевернуть в положение II и индикаторную линию проложить по точкам $|\varphi + h|$ на верхней шкале и $|\varphi - h|$ на нижней, то по δ (на центральной шкале) определится азимут A по правой шкале.

Таким образом, с помощью сетки Оканя можно решать следующие задачи:

1. По δ и t определить h и A (сначала используем сетку в положении I, потом II).
2. По h и A определить δ и t (сначала II, потом I).
3. По h и δ определить t (используется только положение I).
4. По h и δ определить a (положение II).
5. По $\delta_{\odot}$ определить момент конца астрономических сумерек (по сетке в положении I определить часовой угол Солнца, когда оно достигнет $h_{\odot} = -18^{\circ}$).
6. Определить h и A кометы по ее α и δ в момент конца астрономических сумерек (по α , дате и моменту определим t , а по сетке в положении I и t найдем на индикаторной линии h . По h и δ по сетке в положении II найдем A).

ПРИЛОЖЕНИЕ VII

ОРТОГРАФИЧЕСКАЯ СЕТКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ СОЛНЦА

(см. вкладку в конце книги)

ПРИЛОЖЕНИЕ VIII

КООРДИНАТНЫЕ СЕТКИ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ МАРСА И ЮПИТЕРА

(см. вкладку в конце книги)

ПРИЛОЖЕНИЕ IX

РАВНОВЕЛИКАЯ ПРОЕКЦИЯ НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ

(см. вкладку в конце книги)

ПРИЛОЖЕНИЕ X

НОМОГРАММА ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ КЕПЛЕРА

(см. вкладку в конце книги; объяснение на стр. 261)

ПРИЛОЖЕНИЕ XI

НОМОГРАММА ДЛЯ ПРИБЛИЖЕННОГО ПЕРЕВОДА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ КООРДИНАТ α , δ (1950,0) В ГАЛАКТИЧЕСКИЕ (НОВЫЕ) l , b И ОБРАТНО

(см. вкладку в конце книги)

ПРИЛОЖЕНИЕ XII

НОМОГРАММА ДЛЯ ПРИБЛИЖЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТА ЗВЕЗДНОГО ВРЕМЕНИ (М. С. ЗВЕРЕВ)

(см. вкладку в конце книги)

Для составления программы наблюдений на данный вечер или ночь нужно знать соотношение среднего местного времени и звездного времени в эту ночь. М. С. Зверев предложил простую и удобную номограмму для приближенного перевода момента среднего солнечного времени в звездное. Линейку с часами среднего времени надо приложить к номограмме так, чтобы отметка 0^h совпала с датой наблюдений. Шкала «звездное время» даст ответ для любого момента времени в промежутке от 18^h до 5^h .

ПРИЛОЖЕНИЕ XIII

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕТОВОГО УРАВНЕНИЯ (М. С. ЗВЕРЕВ И ПРОЕКЦИИ ОРБИТАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ЗЕМЛИ НА ЛУЧ ЗРЕНИЯ

(Э. А. ВИТРИЧЕНКО)

(см. вкладку в конце книги)

Номограмма М. С. Зверева представляет собой проекцию сетки экваториальных координат на плоскость эклиптики. Вдоль внешней окружности намечены даты, на которые должна быть направлена накладная линейка, несущая шкалу светового уравнения.

Пользоваться номограммой нужно следующим образом: нанести звезду по координатам на плоскость рисунка, установить стрелку на дату, опустить перпендикуляр из звезды на линейку и у основания перпендикуляра прочитать на линейке поправку. Прибавлять ее нужно с ее знаком. Для обратной полушеры α даны в скобках, величину δ нужно понимать с обратным знаком, а дату брать на внутреннем круге.

Э. А. Витриченко (Крымская астрофизическая обсерватория) предложил использовать ту же номограмму, но с другой накладной линейкой для определения проекции орбитальной скорости Земли на луч зрения, соединяющий наблюдателя с какой-либо звездой, иначе говоря, для учета движения Земли при определении лучевых скоростей звезд.

Линейки можно построить на прозрачных кругах и провести линии перпендикулярно линейкам через $0^d,001$ для светового уравнения и через 1 км/сек для проекции орбитальной скорости Земли. Это сделает пользование номограммой весьма удобным.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абастуманская астрофизическая обсерватория 19
 Абerrационное смещение звезд 32
 Абerrационный эллипс 32
 Абerrация звезд 393
 — — годовичная 244
 — — суточная 244
 — хроматическая 271
 Абсолютно черное тело 122, 267
 Абсолютный нуль 59, 388
 Автоматические межпланетные станции 49—52, 56, 80—82, 103
 Адамс В. 25, 26
 Адамс Дж. 17
 Адонис — астероид 88
 Азимут 221, 223, 228
 Аквариды — метеорные потоки 345, 416
 Алголь 141, 434
 Ал-Сухи 20
 Альбедо 49, 52, 407
 Альвен Х 113
 Альдебаран 119, 123, 161, 435
 Алькор 143
 «Альмагест» Птолемея 14, 20
 Альмукантарат 219
 Альтазимут 279
 Альтаир 434, 435
 Амбарцумян В. А. 26—28, 165, 195
 Амур — астероид 88, 415
 Анания Ширакаци 20
 Андромедиды — метеорный поток 417
 Аномалия истинная 260
 — силы тяжести (гравиметрическая) 35
 — средняя 259, 261
 — эксцентрическая 260
 Анталголи 151
 Антарес 119, 123, 435
 Антониади Э. 79
 Апекс движения Земли 32
 — — Солнца 137, 402
 Апогей 244, 245
 Аполлон — астероид 88
 Аполлоний Пергский 20
 Апохромат 271
 Апсид линия 73, 244
 Аргеландер Ф. 24, 362
 Ареография 78, 81
 Ареология 78
 Ариабхата 20
 Аристарх Самосский 14, 20, 31
 Аристилл 20
 Аристотель 20, 29
 Арктур 119, 123, 434, 435
 Астапович И. С. 353
 Астеризмы 114, 614
 Астероиды 84—88, 331, 415
 Астроботаника 82
 Астродинамика 12
 Астроклимаг 276
 Асгрометрия 11
 Астрономическая единица 33, 387, 392
 Астрономические знаки 385
 — инструменты 270
 — наблюдения 308
 — постоянные 392
 Астрономический календарь 305
 — Совет (Астросовет) АН СССР 371, 602
 Астрономия 11, 13
 — авиационная 13
 — внеатмосферная 13
 — внегалактическая 12
 — звездная 12
 — кометная 12
 — метеорная 12
 — мореходная 13
 — нейтринная 12
 — планетная 12
 — полевая 13
 — практическая 11
 — рентгеновская 12
 — сферическая 11
 — теоретическая 13
 Астрофизика 12
 Астрофизический институт АН Каз. ССР 19
 — — АН Тадж. ССР 19

Астрофотография 280
 Атлас звездный 24, 115, 243, 339, 614
 — скоплений галактик 183
 — солнечного спектра 265
 Афелий 33
 Ахромат 271
 Аэрозоли 42

Бааде В. 27, 181
 Базис 353
Байер И. 21, 347
Бальде Ф. 101
 Барицентр 33, 34
Бауэрсфельд 26
Бахарев А. М. 320
Белл Ж. 28
Белопольский А. А. 17, 25, 151, 269
Бессель Ф. 17, 23
Бете Г. 26
 Бетельгейзе 115, 123, 135, 146, 434, 435
 Бетулия — астероид 84
 Бинокль 278
Бируни 14, 20
Блажко С. Н. 152, 299, 301, 361, 362, 365
 Блеск звезд 115, 361
Бобров М. С. 92
Богуславски Г. 295
Боде И. 22, 112
Бок Б. 27
 Боковое зрение 362
Болдуин Дж. 83
 Болиды 104, 360
 —, связь их с астероидами 110
 Болометрическая поправка 118, 563
 Большой круг небесной сферы 202, 219
 «Боннское обозрение неба» 115
Бор Н. 25
 Борозды на Луне 54
Брадлей Д. 15, 22—24, 244
Бредихин Ф. А. 17, 24, 337
Бронштэн В. А. 603
Брорзен Т. 24
Бруно Джордано 15, 21
Бунзен Р. 17, 24
Бьюрке Б. 28
Бэбкок Г. 27
Бэр К. М. 30
 Бюраканская обсерватория АН
 Арм. ССР 19
 Бюро астрономических телеграмм МАС
 336

Ван Аллен Д. 28
Ван ден Берг С. 178, 179
Варахамихара 20
Вассениус Б. 22
 Вега 119, 123, 242, 434, 435
Вейцеккер К. 26, 112
 «Великие противостояния» Марса 330

Венера 15, 76, 79, 116, 252, 255, 259, 328, 405, 406
Вернов С. Н. 28
 Вертикал первый 221
 — светила 222
 Веста — астероид 85, 87, 331, 415
 Ветвь гигантов 130
Видмаништеттен 23
 Видманштеттеновы фигуры 105
Вилсон Р. 28
Витриченко Э. А. 619
 Владилена — астероид 86
 Возмущения движения планет 256, 258
Вокулер Ж. 184, 317
Воластон В. 22
Воронцов-Вельяминов Б. А. 26, 179, 304, 548
 Восход и заход светил 223, 224
 — — Солнца 227
 Времена года 34
 Время 230, 363, 576
 — гражданское 234
 — декретное 237
 — звездное 230, 234
 — истинное звездное 231
 — летнее 237
 — местное 234, 237
 — мировое или всемирное 231, 234
 — московское 236, 237
 — поясное 236, 237
 — солнечное 234
 — среднее звездное 231
 — — солнечное 234
 — эфемеридное 231
 Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО) 602—605
Всехсвятский С. К. 114, 413
 Входной зрачок 272
 Высота над уровнем моря 35
 — светила 221, 224
 Выходной зрачок 272
 Вычисление орбит 12, 258
 — эфемерид 12, 258, 260

Газе В. Ф. 27, 167
 Гал 37
 Галактика 156, 173, 175
 —, вращение 18, 24, 173, 174, 269
 —, масса 175
 —, направление движения 183
 —, плотность материи в ней 175
 —, радиоизлучение 187
 —, скорость движения 183
 —, спиральная структура 27, 188
 —, строение 173
 — сферическая составляющая 171
 —, форма 173
 —, число звезд в ней 175
 —, ядро 174
 Галактики 173, 175—185

- Галактики в Андромеде 180
 — в Гончих Псах 180
 — в Треугольнике 180
 — взаимодействующие 179
 —, классификация 177—179
 —, классы светимости 179
 —, красное смещение в их спектрах 181
 —, лучевые скорости 181
 —, Местная группа 182, 556
 —, обозначения их 162
 —, определение расстояний до них 180—182
 — с перемычкой 176
 —, системы их 182, 183
 —, скопления их 179, 183
 —, состав ветвей и ядер 180
 — спиральные 176, 177
 — эллиптические 176, 177, 180
 — —, сжатие 177
 — —, состав 180
 — яркие 550, 557
 Галактическая концентрация 119, 158
 Галилеевы спутники Юпитера 334
Галилей Галилео 15, 21, 37, 156
Галле И. 17, 23, 78
Галлей Э. 15, 21, 22, 75, 98, 101, 102, 136, 338
 Галб на Луне 54
 Галосы 307
 Гамма-астрономия 12
 Ганимед — астероид 415
 Ганимед — спутник Юпитера 28, 91
Ганский А. П. 25
Гань Гун 20
 Гарвардская обсерватория 17
Гардинг 23
Гартман И. 25
Гаусс К. 23, 212, 262
 Гауссова постоянная 255, 392
Гевелий Ян 21
 Геминиды — метеорный поток 345, 416
Гендерсон Г. 23
 Географос — астероид 88
 Геоид 35
 Геотермический градиент 38, 55
 Геохронология 395
Гераклид Понтийский 14, 19
 Гермес — астероид 84, 88
Герцшпрунг Э. 25, 26, 130, 195, 562
Гершель В. 16, 22, 23, 78
 Гиady — звездное скопление 114, 162
 Гидальго — астероид 84, 415
 Гипотезы космогонические 111
 — образования лунных кратеров 56
Гиппарх 14, 20, 241
 Главная астрономическая обсерватория
 АН СССР (Пулковская) 19
 — — — АН УССР 19
- Главная последовательность диаграммы
 «спектр — светимость» 130, 132, 195
 Глаз-водитель 282
 —, спектральная чувствительность его 117, 561
Глазенап С. П. 304
 Глобулы 171, 195
Гневашев М. Н. 64
 Год 239
 — аномалистический 393
 — бесселев 239, 244
 — високосный 239
 — гражданский средний 393
 — драконический 239, 247, 393
 — звездный 33, 241, 393
 — календарный 239
 — лунный 393
 — световой 114, 387
 — сидерический 33, 393
 — тропический 33, 238, 241, 393
 — фиктивный 239
 — юлианский 393
 Голова кометы 96
 Горизонт видимый 219
 — математический (истинный) 219
 Горная обсерватория АН Каз. ССР 19, 170
 Горы на Луне 15, 21, 53, 610
 Горячие пятна на Луне 55
 Государственный астрономический ин-т
 им. П. К. Штернберга (ГАИШ) 19
 Гравиметрия 35
 Град 201
 Градиенты звездной плотности 172
 Градусы, длина их на Земле 34, 394
 Граница Мохоровичича 38
 Греческий алфавит 386
 Гринвичская обсерватория 15, 21
Гутьеррец А. 437
Гюйгенс Х. 21, 272
- Давление света 25, 98
Дагер Л. 23
Даламбер Ж. 22
Данжон А. 325
 Движение планет 251, 254
 — — возмущенное 258
 — — невозмущенное 258
 — — попятное 251, 254
 — — прямое 251, 254
 — — среднее суточное 259
 — полюса мира 242
 — полюсов Земли 36
 Деймос — спутник Марса 24, 410
Дейч А. Н. 142
Деландр А. 25
 Денеб 119, 434, 435
 День весеннего равноденствия 232
 — зимнего солнцестояния 232
 — летнего солнцестояния 232

День осеннего равноденствия 232
 Деферент 14
 Джинс Д. 112
 Джонсон Х. 117, 437, 504, 520
 Диаграмма «спектр — светимость»
 (Герцшпрунга — Рассела) 25, 130,
 145, 195, 196, 562
 — «цвет — абсолютная звездная вели-
 чина» 195, 197, 198
 Дигрессия 222
 Дисперсия 215
 Дифракция 274
 Дихотомия 49
 Добронравин П. П. 299
 Долгота дня 227
 Доллонд Д. 22
 Дольфус О. 28, 93
 Домбровский В. А. 27
 Донати Дж. 28
 Доплер И. 23, 25, 140
 Дракониды — метеорный поток 356,
 416
 Дроздов С. В. 304
 Дрэпер Г. 24
 Дубяго А. Д. 101, 264

 Евдокс 20
 Европа — спутник Юпитера 28, 89,
 91, 410
 Единицы длины 386
 Ефремов Ю. Н. 149, 198

 Жансен П. 17, 24

 Зависимость «лучевая скорость — рас-
 стояние» у галактик 181—182
 — «масса — светимость» 26, 144, 145
 — «период — светимость» у цефеид 18,
 25, 151
 Задача двух тел 256
 — трех тел 257
 Закон Бэра 30
 — Вина 122, 267
 — всемирного тяготения Ньютона 255
 — Планка 122, 267
 — Рэля 39
 — Стефана — Больцмана 58, 122, 267
 — Шперера 64
 Законы Кеплера 15, 255
 Звезд атмосферы 121, 126, 132
 — блеск 115, 361
 — —, оценка его 116, 361
 — внутреннее строение 127
 — вращение 26, 148
 — движение 136, 269
 — лучевые скорости 137, 138
 — магнитные поля 147, 269
 — массы 143—145, 564
 — мерцание 227
 — названия 115, 149

Звезд параллаксы 127, 131, 132, 151
 — плотности 146, 564
 — показатели цвета 117, 564
 — происхождение 194—199
 — размеры 26, 134, 135, 564
 — расстояния 127, 128
 — светимости 127, 133—136, 268
 — собственные движения 136, 137
 — спектры 24, 122—127, 265
 — спутники невидимые 142
 — тангенциальные скорости 138
 — температура 119, 121, 135, 265
 — — ионизационная 268
 — — кинетическая 70
 — — эффективная 563
 — фотосфера 121
 — цвета 119—121
 — эволюция 194—199
 — энергия 127, 195
 Звезда Барнарда 137, 142, 436
 — Кеплера 156
 — Маанена 147
 — Тихо Браге 156, 188
 Звездная величина абсолютная 128,
 562, 565
 — — болометрическая 118, 144
 — — видимая 115, 116
 — — радиометрическая 118
 — — фотовизуальная 116
 — — фотографическая 116
 Звездные ассоциации 27, 165, 194,
 195, 545
 — дожди 108—109
 Звезды 114, 434—437, 495
 — белые карлики 26, 133, 145
 —, ближайшие к Солнцу 136, 436
 — визуально-двойные 139
 — —, обозначения их 139
 — взрывные (эруптивные) переменные
 150
 — гиганты 126, 130, 133, 164, 194
 — двойные 138—142, 144, 155, 165, 195,
 523—527
 — долгопериодические переменные 150
 — затменные двойные 134, 141, 149,
 155, 528
 — карлики 25, 58, 126, 130, 133, 136
 — кратные 142, 143, 165, 198
 — магнитно-переменные 147
 — «металлические» 126, 148
 — молодые 194
 — нейтронные 193
 — неправильные переменные 150, 153
 — новоподобные 150, 153
 — новые 149, 150, 154, 168, 180, 194
 — —, обозначения их 149
 — оптические переменные 138, 150
 — переменные 149—154, 180, 194, 198,
 528, 535
 — —, наблюдения их 360

Звезды переменные, обозначения их 149
 — повторно-новые 153
 — полуправильные переменные 150, 153, 536
 — пульсирующие переменные 150
 — сверхгиганты 126, 133, 164
 — сверхновые 133, 155, 193, 199
 — спектрально-двойные 140
 — сравнения 361, 366
 — —, степенная шкала 365, 366
 — субгиганты 132, 145
 — субкарлики 132—134, 145
 — типа Вольфа — Райе 122, 123
 — физические переменные 134
 — цефеиды 128, 150, 180
 — яркие 120, 435, 527, 528
Зверев М. С. 230, 304, 618, 619
Зельманов А. Л. 183
 Земли атмосфера 39
 — внутреннее строение 37
 — возраст 39
 — вращение 29, 231
 — —, замедление его 46
 — —, неравномерность его 46
 — движение 31—34, 37, 269
 — магнетизм 39
 — мантия 38
 — масса 23, 38, 256, 394
 — орбита 32
 — пылевые спутники 57
 — размеры 20, 29, 392, 394
 — средняя плотность 38, 394
 — тень 397
 — форма 29, 34, 35, 241
 — химический состав 39
 — ядро 38
 Земля 29, 241, 259, 394, 405, 406
 Зенит 219
 Зенитное расстояние 221, 223, 227
 Зодиака знаки 232, 385
 Зодиакальные созвездия 232, 431
 Зодиакальный свет 71, 75, 103, 110
 «Зона избегания» Хаббла 182
Зоткин И. Т. 360
 Зрачок глаза 273

Ибн Юнус 20

Ивен Х. 27

Игнатьева Л. В. 297

Избыток цвета 159

Измерение времени 230, 232

— углов 201

Икар — астероид 84, 88, 415

Икейа К. 335

Инверсия температурная 45

Институт теоретической астрономии
АН СССР 19

Интерполирование (интерполяция) 206

Интерполяционная формула Стирлинга
208, 597

Интерференционный фильтр 66

Интерферометр 134

Интрамеркуриальная планета 78

Ио — спутник Юпитера 28, 410

Ионосфера Земли и других планет
42—44, 83, 89, 186

Ириарте В. 437

Иррадиация 323

Искатель 279, 281, 283

Искусственные спутники Земли 18,
28, 44, 45, 59, 103, 104, 118, 141

Источники радиоизлучения 156, 189,
190, 552, 554

— — точечные (дискретные) 188

— рентгеновского излучения 28, 193

Кавендиш Г. 23

Кайдановский Н. Л. 28

Календарь 238

— григорианский 21, 239, 240

— мировой 239, 240

— юлианский 20, 239

Калиняк А. А. 27, 28, 173

Каллисто — спутник Юпитера 91, 410

Каменчук А. С. 153

Камп П. ван де 142

Каналы на Марсе 81

Кант И. 22, 112

Кассини Д. 21, 22, 333, 335

Кассиопеиды — метеорный поток 416,
418

Каталог астрометрический 11

— звездный 11, 14, 20—24, 115, 437—
494

— радиоисточников Вестерхаута 552

— — Кэмбриджский 189, 552

— — Паркский 552

— туманностей 22

Качество изображения 275

Квадрантиды — метеорный поток 341,
416

Квадратура планеты 48, 254

Квазаги 12, 28, 192

Квазары 12, 189—192

Кёбкэ Ф. 295, 316

Кеплер И. 15, 21, 143, 156, 255, 257,
261, 618

Кеплерова окружность 259, 260

Кирик Новгородец 20

Кирквуд Д. 24, 84

Кирхгоф Г. 17, 24

Китабская широтная станция 19

Клавиус Х. 21

Клеро А. 16, 22

Климатические пояса Земли 233

Ковальский М. А. 18, 24

Козырев Н. А. 56

Койпер Дж. 95, 112

Коллимация 301

Кольца Сатурна 21, 92, 269

Кольшюттер А. 25
 Колюр равенствий 224
 Кóма — оболочка головы кометы 96
 Комет движения 251
 — звездная величина 101, 337, 412
 — наблюдения 335
 — обозначения 336
 — происхождение 113
 — состав 96—98
 — хвосты 97—100, 337
 — элементы орбит 258
 — ядра 96
 Комета Аренда — Ролана 102
 — Беннетта 98
 — Биелы 102
 — Галлея 75, 98, 101, 102, 338
 — Делавана 102
 — Донати 98
 — Икейа — Секи 335
 — Мркоса 98
 — Отерма 3 100, 102
 — Холмса 101
 — Швассмана — Вахмана 1 100
 — Энке 101
 Кометоискатель 335
 Кометы 75, 96, 251, 412, 414, 417
 — телескопические 338
 Конические сечения 205
 Контакты затмения 249
 Конфигурации планетные 252
 Координатные сетки для наблюдений планет 327
 Координаты астрономические 35, 203, 218, 225
 — видимые 244
 — галактические 225, 226, 370
 — гелиографические 62, 63, 313
 — гелиоцентрические 226, 258
 — географические 219, 221
 — геоцентрические 35, 225, 226
 — горизонтальные 221
 — истинные 244
 — планетоцентрические 78, 226
 — селенографические 320
 — средние 243, 244
 — сферические 219
 — топоцентрические 226
 — экваториальные 221, 224, 370
 — эклиптические 225
Коперник Н. 14, 15, 21
Кордылевский К. 28, 57
 Коронограф внезатменный 71
 Корреляция 215
 Космическая пыль 160
 Космические лучи 28
 — ракеты 45, 59
 Космогония 12
 Космологическое излучение 194
 Космология 12
Коули А. и Ч. 437

Коэффициент корреляции 215
 Крабовидная туманность 27, 156, 188, 555
Крамер Е. Н. 353
 «Красное пятно» на Юпитере 90, 333
 Красное смещение в поле тяготения (эффект Эйнштейна) 26
 — — в спектрах галактик 26, 181, 190, 191
Красовский В. И. 27, 173
Красовский Ф. Н. 26
Крат В. А. 65
 Кратеры на Луне 52, 53, 56
 — на Марсе 28, 83
 Крест нитей 272, 281
 Кривая блеска переменной звезды 141
 — — — — средняя 364
 — Гаусса 212
 — лучевых скоростей 140
 — нормального распределения 212
 — спектральной чувствительности 116
 — — — глаза 116
 Кривые распределения энергии 267
Кринов Е. Л. 360
 Круг склонения 221
 — широты 225
 Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР 19
Кукаркин Б. В. 27, 142, 149, 153, 155, 361, 546
Куликов К. А. 36
 Кульминация светил 222
Курочкин Н. Е. 528
Кэннон А. 25
Кюстнер Ф. 24

Лагранж Ж. 16
Лакайль Н. 22
Лальман А. 27
Ламберт И. 22
Лаплас П. 16, 22, 23, 112, 210
 Латинский алфавит 386
Лебедев П. Н. 25, 98
Леверье У. 17, 23, 78
Левин Б. Ю. 339
Лейтен В. 136
 Леониды — метеорный поток 107, 345, 356, 416, 418
Либих Ю. 24
 Либрация Луны 49, 398
Ливитт Г. 25
Линдبلاد Б. 26
 Линия апсид 33, 244
 — излучения 264
 — изменения даты 237
 — поглощения 65, 160, 264, 265
 — узлов 259
 — эмиссионная 264
Линк Ф. 326
Лио Б. 26, 63

Лириды — метеорный поток 107, 345, 416—418
Литосфера 31
Ловелл Б. 154
Ловелл П. 78
Локьер Н. 17, 24
Ломоносов М. В. 16, 22, 79
Луллий 239
Луна 24, 46, 77, 116, 397, 410, 614
Луны возраст 48
— вращение 49
— движение 244
— затмения 19, 246, 325, 400
— карта 609
— — невидимой стороны 49, 609
— карты 52
— масса 33, 47, 397
— наблюдения 319
— орбита вокруг Солнца 244, 246
— параллакс суточный 33, 397
— плотность 47, 397
— происхождение 57
— размеры 397
— расстояние от Земли среднее 397
— температура поверхности 54, 398
— тень, ее длина 246
— фазы 47, 48, 245, 399
— элонгации 48
Лучевая скорость 25, 137, 138, 181, 268
Лучи светлые на Луне 53
Любимов А. А. 22

Магеллановы Облака 180, 182
Магнитные бури 59, 308, 316
Магнитограф 269
Майкельсон А. 26, 134
Макарова Е. А. 267
Мак-Мас (обсерватория) 265
Маковер С. Г. 101
Максutow Д. Д. 27, 270, 282
Малый круг небесной сферы 202
Марс 81, 255, 259, 329, 405, 406
—, карта поверхности 613
Мартынов Д. Я. 603
Маскелайн Н. 22
Масштаб снимка 277
Маятник Фуко 29
Международная служба Солнца 313
— — широты 36
Международные широтные станции 36
Международный Астрономический Союз (МАС, IAU) 26, 603, 614
Межзвездная среда 159, 160, 165
Межзвездное поглощение света 27, 129, 158, 160
Мезопауза 43
Мезосфера 42, 43
Мейолл Н. 27
Менделеев Д. И. 24
Мендоза В. 437

Меридиан 221
— Кэррингтона 314
Меркурий 28, 79, 252, 259, 405, 406
Мессье Ш. 22, 162, 544
Месяц аномалистический 245, 393
— драконический 245, 393
— звездный 47, 245
— календарный средний 393
— сидерический 47, 245, 398
— синодический 49, 239, 245, 398
— тропический 393
Метагалактика 183, 184
Метеорит Гоба 104
— Сихотэ-Алинский 106
— Тунгусский 104, 113
Метеоритные кратеры на Земле 56, 104
Метеоритный дождь 359
Метеориты 103—106, 358—360
—, сбор их 358
Метеорная пыль 104
Метеорные дожди 346
— потоки 107—109, 341, 416—418
— —, наблюдения их 186
— —, связь их с кометами 24 107
— рои 75, 107, 342
— следы 186, 356
— —, дрейф их 357
— тела 103, 107, 342
Метеорный патруль 356
Метеоры 103
—, наблюдения их 103, 339
—, — — базисные 353
—, — — радиолокационные 109
—, спектры их 103
— спорадические 110, 343, 345
— стационарные 339
Метод испытания зеркала Ронки 288
— — — теневой 288
— оценки блеска звезд Аргеландера 362
— — — интерполяционно-степенной (Блажко — Нэйланда) 361
— — — интерполяционный (Пикеринга) 361
Метон 19, 363
Метонов цикл 14, 19, 363
Микрометеориты 103
Микрометр 293
Мильхикер М. А. 326
Миннарт М. 219, 265
Мира Кита 123, 153, 434
Михайлов А. А. 186, 243, 339
Михеев А. А. 285
Мицар 143
Млечный Путь 15, 156, 187
Модуль расстояния 129, 156, 181
Молоденский М. С. 27
Монокуляр 279
Монтировка телескопа 279
— — азимутальная 279

- Монтировка телескопа экваториальная
(параллактическая) 279
— — — английская 280
— — — немецкая 280
Морган В. 117, 178
Мори А. 25
Мороз В. И. 79, 91, 92
«Моря» на Луне 53
— на Марсе 81
Мульдерс Г. 265
Мустель Э. Р. 267, 602
- Набоков М. Е.* 283, 304
Навашин М. С. 270
Надир 219
Наклон орбиты 34, 47, 75, 244, 259
— экватора к эклиптике 19, 225, 243, 393
Нань Гун-шо 20
Нассирэддин Туси 20
Небесная механика 11
— сфера 218, 219, 223
Небосвод 218
Нептун 17, 23, 78, 94, 335, 405, 406
Нереида — спутник Нептуна 95, 410
Нестерович Э. И. 410
Никольс Э. 25
Никольсон С. 27
Никонов В. Б. 27, 173
Нимбы на Луне 54
Новолуние 47
Новый стиль 239
Номограмма для перевода экваториальных координат в галактические 618
— — решения уравнения Кеплера 261, 618
Номограммы *М. С. Зверева* 230, 304, 364, 618, 619
Нормальное распределение 210
Нутация 15, 241, 243, 393
Ньюкомб С. 239, 259
Ньютон И. 15, 21, 22, 255, 257, 271, 388
Нэйланд А. 361, 362, 365
- Оазисы (на Марсе) 81
Обозначения больших и малых чисел 200, 201
Обтюратор 356
Объектив 271, 273, 601
Озон в земной атмосфере 36
Окань М. 616, 618
«Окна Кирквуда» 84
Окулярная камера 317
Окуляры 271, 272
Олмстед Д. 23
Ольберс Г. 22, 23
Оорт Я. 18, 26, 27, 113
Оппозиция 252
Оппольцер Т. 24
Оптическая ось трубы 272
- Орбита параболическая 257, 264
Орбитальные элементы 140, 141, 258
Ориониды — метеорный поток 345, 416
Орлов А. Я. 25
Орлов С. В. 98, 337
Ортографическая проекция 320
— сетка для обработки наблюдений Солнца 314, 618
Освещенность 229
— на планетах 408
Ось мира 221
— полярная инструмента 279
— склонения инструмента 279
Относительное отверстие 273
— фокусное расстояние 277
Ошибка вероятная 211
— отдельного измерения 211
— положения 361
— средняя 210
— — квадратическая 211
Ошибки наблюдений (измерений) 210
— систематические 210
— случайные 210
- Падающие звезды 103
Палей А. Б. 301
Паллада — астероид 23, 85, 331, 415
Параллакс 31, 566
— горизонтальный 33
— Луны 33, 393, 397
— Солнца 21—23, 33, 393, 401
— суточный 33
Параллаксы звезд спектральные 25, 128, 131, 132
— — тригонометрические 127
— — фотометрические 129, 180
— — цефеидные 18, 129, 151
Параллактический (астрономический) треугольник 222
— угол 222
— эллипс 31
Параллактическое смещение 128
Параметр конического сечения 205
Паренаго П. П. 27, 132, 149, 153, 158, 361
Парижская обсерватория 15, 21
Парменид 29
Парсек 128, 387
Парселл Э. 27
Пекинская обсерватория 20
Пензиас А. 28
Пентапризма 309
Пепельный свет Венеры 329
— — Луны 49
Первая четверть — фаза Луны 47
Периастр 140
Перигей 244, 245
Перигелий 33, 259
—, вековое перемещение его 259
—, долгота его 259

- Перигелийное расстояние 260, 264
Период изменения блеска переменной звезды (определение) 362
— обращения планеты 254, 255, 259
— — — звездный (сидерический) 254
— — — синодический 254, 255
Перрэн Ж. 26
Персеиды — метеорный поток 107, 341, 345, 356, 416, 418
Петербургская астрономическая обсерватория 15, 22
Петерс Х. 23
Пиаци Д. 16, 23, 84
Пикар Ж. 15
Пикеринг Э. 24, 25, 361
Пиргелиометр 58
Пифагор 19, 29
Планет движение 251
— — среднее 259
— звездные величины 327, 328
— массы 256, 406
— наблюдения 326
— наклоны орбит 75, 79, 405
— происхождение 111
— размеры 76, 326, 406
— расстояния от Земли 327
— — — Солнца 406
— спектры 265
— температура 407
— угловые размеры 327
— фаза 328
— фазовый угол 328
— физические характеристики 406
— элементы орбит 258
— элонгации 48, 252, 254
Планетарии 603
Планетоведение 12
Планеты 75, 78, 405—407, 614
— верхние (внешние) 252, 254
— малые 84—88, 331, 415
— нижние (внутренние) 252, 254
Планисфера В. В. Каврайского 615
Плеяды 114, 162, 506
Плоская составляющая Галактики 152, 171
Плутон 26, 78, 95, 114, 405, 406
Поглощение света в земной атмосфере 36, 39, 40, 558
— — — пространстве 18, 129, 158
— — — — селективное 158
Погода, предсказание ее перемен 306
Погрешность относительная 212
Погсон Н. 115
Подсистемы Галактики 152, 171, 172
Позиционный угол 293
Показатель цвета 121, 437, 504, 506, 546, 564
Покрытия звезд 323, 335
Полдень истинный 234
Поле зрения 276
Полнолуние 47
Полосков С. М. 102
Полосы Ронки 288
Полуденная линия 221
Полюсы большого круга 202
— Галактики 158, 226
— Земли 35, 36
— —, движения их 35, 36, 242—244
— мира 34, 219, 242
— эклиптики 226
Поляризация света звезд 27
Полярная звезда 29, 34, 434
— ось инструмента 279
Полярное расстояние 221
Полярные круги 233
— сияния 44
— шапки Марса 81
Понижение горизонта 219
Попов Г. М. 270, 284
Попытное движение планет 251
Порядковый счет дней в году 578
Последняя четверть — фаза Луны 47
Постоянная Больцмана 267, 388
— Вина 388
— закона Стефана — Больцмана 388
— нутации 244
— Планка 267, 388
— Стефана 268
— тяготения 255, 388
Постоянные Гаусса при вычислении эфемерид 262
Поток радиации 267
Пояс радиации вокруг Земли 45
Правило Тициуса — Боде 112
Предварение равноденствий 241
Предел Роша 92
Предел серии Бальмера 117
Предельная выдержка 277
Предельный угол разрешения 274
Прецессия 14, 221, 225, 241, 393, 427
— лунно-солнечная 242
— от планет 242
Приливы 45
Принцип Доплера 25, 140, 268
Продолжительность дня и ночи 396, 397
— сумерек 228, 229
Прозрачность неба 276
Проксима Змееносца 142
— Кентавра 140, 154
Промежуточная составляющая Галактики 171
Проницающая сила телескопа 273, 278
Противоросники 281
Противосияние 110
Противостояние 252, 329
Протуберанц-спектроскоп 66
Протуберанцы 66—69
Прохождения Меркурия и Венеры по диску Солнца 16, 22, 252
Процион 17, 123, 434, 435

- Прямое восхождение 224, 225
 — —, вычисление 262
Птолемей Клавдий 14, 20, 136
Пуанкаре А. 25
 Пулковская обсерватория 16
 Пульсары 28, 192—194, 555
- Равновеликая проекция небесной сферы 618
 Равноденствия весеннее и осеннее 34
 Радиан 128, 202, 387
 Радиант звездного скопления 162
 — кометный 353
 — метеорного потока 108, 109, 343, 351
 Радиационные пояса 28
 Радиоастрономия 12, 186
 Радиогалактики 190
 Радиоизлучение Венеры 80
 — галактик 189
 — Галактики 174, 186—188, 190
 — комет 28, 102
 — космическое 27, 40, 187, 189
 — Луны 187
 — межзвездного водорода 26, 27, 187, 188
 — нетепловое 189
 — планет 187
 — планетарных туманностей 171
 — Солнца 27, 73, 74, 186, 187
 — тепловое 194
 — Юпитера 28, 89, 187
 Радиолинии атомов и молекул 187
 Радиолокация Венеры 28
 — Луны 27, 54
 — Меркурия 28
 — метеоров 27, 109, 186
 — Солнца 28
 — Юпитера 28
 Радиометр 118
 «Радиоокно» земной атмосферы 187
 Радиосигналы времени 303
 Радиосовет АН СССР 602
 Радиоспектр 190
 Радиотелескоп 28, 186, 187
 Радиотуманности 188, 189
 Разрешающая сила глаза 274
 — — телескопа 274
 — способность радиотелескопов 187
 Распределение Пуассона 214
 — энергии в спектре 267
 Распространенность химических элементов во Вселенной 198, 199
 Рассеяние света 39
 — —, теория 24
 Реверзионная призма 361
Региомонтан 21
 Регмаглипты 359
 Регул 243, 434, 435
Рей Г 614
Рейли Э. 27
- Реликтовое излучение 28, 194
Рёмер О. 15, 21, 22
 Рентгеновское излучение 193, 194
Рессел Г. 25, 26, 130, 195, 196, 562
Ретик И. 21
 Рефракция 40, 210, 226—229, 559
 — радиоволн 227
Рибер Г. 26, 27
 Ригель 119, 435
Рише Ж. 21
Росс Ф. 23, 149
Румовский С. Я. 22
Рэлей Д. 24, 39
- Сарос 19, 250
 Сатурн 21, 78, 91, 335, 405, 406
Саутворт Д. 27
Саха М. 26
 Сверхгалактика 184
 Сверхгиганты 132
 Свет, скорость 21, 32, 388
 Светимость 130, 133, 134, 565
 Световое давление 25, 98
 — уравнение 364
 Световые элементы переменной звезды 364
 Светофильтры 298
 Светочувствительность фотоматериалов 277
 Северный Полярный Ряд 116, 274, 504
 Сейсмология 37
Секки А. 17, 24
 Селенография 52
 Селенология 57
 «Семейство комет Юпитера» 100
 Сетка для определения z , t , A и h светил 616
 Сетки для наблюдения Марса и Юпитера 618
 Сигналы времени по радио 303
 Сизигии 48
 Сила тяжести на поверхности звезды 147
Симоненко А. Н. 339
Симпсон Д. 57
 Синхротронный механизм радиоизлучения 190
 Сириус 17, 116, 123, 434, 435
 Система единиц СИ 391
 — мира Коперника 14
 — — Птолемея 14, 20
 — обозначений чисел 200, 201
Скалигер Ж. 363
 Сканирование 55
 Склонение 221, 224, 262
 Скопления звезд, обозначения их 162
 — — рассеянные 160, 162, 544
 — — шаровые 164, 180, 182, 546
 Скорость ускользания 45
Слайфер 25

- Слудский Ф. А.* 24
 Служба времени 302
 — Солнца 74, 308, 310, 313
Слюсарев Г. Г. 270
 Смещение линий в спектре звезд (доплеровское) 140, 160, 269
Снеллиус В. 21
 Собственное движение звезд 136
 Соединение планеты с Солнцем 252
 — светил 252
 Созвездия 114, 431
 — зодиакальные 232, 431
 — экваториальные 614
Созиген 20, 239
 Солнечная активность 61, 63—65, 73, 74, 186
 — грануляция 62
 — постоянная 59, 401
 — система 75, 198
 Солнечное кольцо 304
 Солнечный ветер 73, 96—98, 101
 — окуляр 309
 — экран 284, 309
 Солнца атмосфера 58, 65, 126
 — вращение 21, 62, 313
 — —, период его 62
 — гранулы 60, 61
 — движение среди звезд 174, 232, 268
 — диаметр 58, 135, 401
 — затмения 24, 65, 71, 246, 404
 — звездная величина 116, 130, 401
 — излучение 59, 73
 — — корпускулярное 59, 74
 — —, падающее на Землю 59
 — — рентгеновское 27, 74
 — источники энергии 58
 — координаты 419
 — корона 69—71, 246
 — магнитное поле 64, 113
 — масса 58, 256, 401
 — наблюдения 308—319
 — — фотографические 316
 — обращающий слой 65
 — ось вращения 313
 — отталкивательное действие 98
 — периодичность активности 63
 — плотность 146, 401
 — поры 61, 310
 — потемнение к краю 60
 — протуберанцы 66
 — пятна 15, 21, 60—65, 71, 315, 403
 — —, магнетизм их 65
 — радиоизлучение 27, 73, 74, 186, 187
 — расстояние от Земли 401
 — спектр 24, 265, 561
 — температура 58, 70, 265, 402
 — факелы 60, 62, 316
 — факельные поля 62, 316
 — флоккулы 60, 61
 — фотосфера 60, 65
 Солнца химический состав 71, 72
 — хромосфера 65, 66
 — энергия 59, 560
 Солнце 58, 401, 614
 — среднее 234
 Солнцестояние 34
 Соотношение Эйнштейна 58
 Составляющие Галактики 171, 172
 Спектр 264
 — вспышки 66
 — излучения 265
 — линейчатый 265
 — непрерывный 265
 — планет 265
 — поглощения 122, 265
 — солнечной короны 70
 — эмиссионный 265
 Спектральная классификация звезд 17, 122
 Спектральные классы 122
 — — поздние 126
 — — ранние 126
 Спектральный анализ 24, 264
 Спектрогелиограмма 69
 Спектрограф 265, 298
 Спектроскоп 298
 Спикулы 66
 Сплюснутость Земли 34, 37, 394, 407
 — Сатурна 407
 — Юпитера 407
 Способ наименьших квадратов 215
 Спутники Земли пылевые 28
 — Марса 24, 83, 410
 — Нептуна 95, 410
 — планет 77, 410
 — Прокциона 17, 23
 — Сатурна 21, 28, 79, 93, 410
 — Сириуса 17, 23
 — Урана 94, 410
 — Юпитера 15, 21, 27, 28, 77, 90, 334, 410
Старикова Г. А. 133
 Старый стиль 239
Стеббинз Д. 25
Степлинг И. 22
 Стерadian 387
 Стояние планеты 251
Страйжис В. 118
 Стратосфера 42, 43, 45
Стронг Д. 26
Струве В. Я. 16—18, 23, 139
Струве О. 26, 139
 Сумерки 228, 229
 Сутки звездные 230, 393
 — — средние 231, 393
 — — солнечные истинные 233
 — — средние 234, 238, 393
 Суточная вариация хода часов 303
 — параллель 222, 313
 Сфероид земной 34

- Счет метеоров 347—351
 Счетчик фотонов 118
Сытинская Н. Н. 325

 Тангенциальная скорость 138
Тауси Р. 27
Тексеро Ж. 37
 Тектиты 106
 Телеграфный код 605
 Телескопы 21, 270, 599
 — менисковые 21, 270, 282
 — рефлекторы 270, 271
 — рефракторы 270, 271, 279
 — самодельные 284—293
 Температура ионизационная 268
 — кинетическая 70
 — цветовая 122, 267
 — эффективная 121, 268
 Температурные инверсии в земной атмосфере 45
 Тени Фуко 289
Теннер К. 23
 Теодолит 279
 Терминатор на Венере 329
 — — Луне 49, 321
 Титан — спутник Сатурна 21, 93, 335, 410
Тихо Браге 15, 21, 156, 325
Тихов Г. А. 25, 82
Тициус И. 22, 112
Томбо К. 26, 78
 Точка весеннего равноденствия 224, 225, 230, 241, 242
 Точки либрации 57, 257
 Трансплутоновая планета 78
Тремплер Р. 26
 Трещины на Луне 54
 Тригонометрические функции 588, 594
 Тригонометрия сферическая 202
 Тритон — спутник Нептуна 77, 95, 410
Троицкий В. С. 54
 Тропики 233
 Тропопауза 43
 Тропосфера 42, 45
 Троянцы — астероиды 57, 87, 258
 Туманности внегалактические 175
 — газово-пылевые 167
 — газовые 166, 180
 — галактические 165, 166
 — —, обозначения их 162
 — диффузные 166, 189, 549
 — неправильные 176
 — планетарные 167—171, 548
 — спиральные 173, 177
 — темные 171
 — эллиптические 175, 176

 Увеличение телескопа 272, 273
 Углы, их измерения 201, 202
 Угол рефракции 227
 Угол эксцентриситета 260
 «Угольный мешок» 158
 Узлы галактического экватора 158
 — орбиты Луны 245
 — — планеты 259
Уинпл Ф. 101
Улугбек 14, 20
Умов Н. А. 151
 Уравнение времени 234
 — Кеплера 261
 — синодического движения 245, 254
 Уравновешивание трубы 280
 Уран 16, 22, 76, 78, 93, 335, 405, 406
 Урсиды — метеорный поток 416
 Ускорение силы тяжести на поверхности Земли 37
 Установка штатива трубы 299
 Уход за трубой 281
 — — часами 303

Фабрициус И. 21
 Фаза солнечного затмения 249
Фалес Милетский 19
 Феба — спутник Сатурна 77, 93, 410
Федченко Ф. М. 302
Фернел Ж. 21
Фесенков В. Г. 25
 Физические постоянные 388
Флемстид Д. 21, 437
 Фобос — спутник Марса 24, 83, 410
 Фокусировка камеры 369
 Фокусное расстояние 272, 273, 277
 — — эквивалентное 272
Фомин А. С. 312
 Формула Боуэна 274
 — Планка 267
 Фотографирование комет 338
 — Луны 322
 — метеоров 355
 — переменных звезд 368
 — Солнца 316
 Фотометрическая система звездных величин 117, 366
 Фотометрические стандарты 508—522
 Фотометрический клин 296
 Фотометры 116, 296
 Фотосферные извержения (эрупции) на Солнце 316
 Фотоумножитель 117
Франклин К. 28
Фраунгофер Й. 23, 265
 Фраунгоферовы линии спектра 166, 265
Фридман А. А. 26
Фридман Х. 28
Фуко Л. 24, 29, 289
 Функция светимости 133, 342

Хаббл Э. 26, 178, 182
Хайкин С. Э. 28
Хайям Омар 14, 20

- Харитонов А. В 267
 Хаутгаст И 265
 Хей Д. 27
 Хилтнер В. 27
 Химические элементы 389
 — —, содержание во Вселенной 126, 198, 199
 Холл А. 24
 Холл Д. 27
 Холопов П. Н. 149
 Холст Х. ван де 27
 Хотиник Р. Л. 339
 Хромосферные вспышки 74
 Хэггинс В. 17, 24
 Хэйл Дж. 25, 64
 Хэйла цикл 64
- Цанстра Х. 26
 Цвета дополнительные 120
 — радуги 264
 Цераский В. К. 17, 24, 25
 Церера — астероид 16, 23, 84, 85, 87, 112, 136, 331, 415
 Цесевич В. П. 298
 Циклиды 110
 Циолковский К. Э. 25
 Цифровой код международный 336
- Чандлер С. 24
 Часов поправка 230, 302, 303
 — суточный ход 302
 Часовой механизм 279
 — угол 221, 224
 Часовые пояса 236, 237
 Часы 230, 231, 302
 — солнечные 304
 Черных Н. С. 99
 Четки Бейли 246
 Число Авогадро 388
 — Вольфа относительное 313
 Чуадзе А. Д. 155
 Чу Конг 19
 Чудаков А. Е. 28
- Шайн Г. А. 26, 27, 167
 Шаров А. С. 158
 Швабе Г. 23, 63
 Шварцшильд К. 25
 Шейнер Х. 21
 Шейнер Ю. 25
 Шепли Х. 25, 26, 546
 Широкие пары 140
 Ши-Шень 13, 20
 Шкала звездных величин 116
 — температур абсолютная (Кельвина) 59, 388
 — цветов звезд 120
 Шкловский И. С. 27
 Шлезингер Э. 25
 Шмидт Б. 26, 270, 271
- Шмидт М. 28
 Шмидт О. Ю. 112
 Штернберг П. К. 19
- Щель Кассини в кольце Сатурна 335
 ЩигOLEв Б. М. 217
- Эббигхаузен Э. 520
 Эволюция «горячей Вселенной» 194
 Эддингтон А. 26
 Эдлен В. 27
 Эйкин Р. 139, 480
 Эйлер Л. 16, 22
 Эйнштейн А. 26, 191, 259
 Экватор Земли 35, 37
 — галактический 118, 158, 226
 — небесный 221, 224
 Экваториал 280
 Экзосфера 42, 44
 Эклиптика 224, 232, 241
 Экстинкция 40
 Экстраполирование 206
 Эксцентриситет 32, 140, 205, 260, 405, 411
 Эксцентриситета угол 260
 Электрон-вольт 388
 Электрофотометрия 117
 Элементы орбиты 140, 141, 258
 Эллипс рассеяния метеоритов 350
 Эмиссионные линии 70, 264
 Эпицикл 14
 Эпоха равноденствия 243
 Эра 289
 Эратосфен 20, 29
 Эрос — астероид 87, 88, 415
 Эрстед 39
 Эрупции 316
 Эфемериды 231, 260
 Эффект Блажко 152
 — Доплера 23, 181, 190, 268
 — Зеемана 269
 — Пойнтинга — Робертсона 111
 — Пуркинье 362
 — Эйнштейна 26, 246
- Южное Тропическое Возмущение на Юпитере 333
 Юлианский период 239, 363, 581
 Юнг В. 24
 Юнона — астероид 85, 87, 331, 415
 Юпитер 77, 78, 88, 332, 405, 406
 —, радиоизлучение его 89
 Юри Г. 57
- Явление Вилсона 312
 Ядерные реакции в звездах 195
 Янский К. 26, 186
 Янус — спутник Сатурна 28, 93, 410
 Япет — спутник Сатурна 77, 335, 410
 Ясли — звездное скопление 114, 162
 Яшек К. и М. 437

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
192	Табл., последн. строка	$-0,05 \quad +0,59$	$+0,59 \quad -0,05$
193	19 сн.	и млн. тысяч	и сотни млн.
232	9 св.	$59',8''$	$59'8''$
397	1 сн.	356 900 до 399 100 км	1 290 000 до 1 340 000 км
405	Средние расстояния Юпитера — Нептуна исправить по табл. 24		
437	6 св.	52	51
451	2 св., 7-й столб.	-2	$-2v$
456	6 св., 6-й столб.	4,42	4,42v?
461	22 св., 7-й столб.	$+4$	$+4v$
474	11 сн.	v	v
475	11 сн.	v	v
476	17 сн., 7-й столб.	A1a	A21a
485	28 св.	Сп.-дв. и затм. (алголь) с $P=4^d,01$, ампл. $0^m,1$.	Сп.-дв. с $P=4^d,01$; гл. комп. пер. типа β CMa, ампл. $0^m,03$.
491	6 св.	сп.-дв.:	сп.-дв. 3^d ; В — дв.:
495	2 св. в табл.	2,27v?	2,27v
500	22 сн.	54,4	52,4
517	Нижн. рис.	Верхн. № 31 д. б. № 24; левый № 16 д. б. № 13	
525	1 сн.	AIII	A7III
525	12 сн., 12-й столб.	сп. С $7'',2$	сп. С $7^m,2$
526	8 сн., 6-й столб.	F5 IV	F0 IV
536	1 сн.	± 40	$40 \pm$